

Estudio Geocientífico Aplicado al Ordenamiento Territorial de

# Rincón de los Sauces

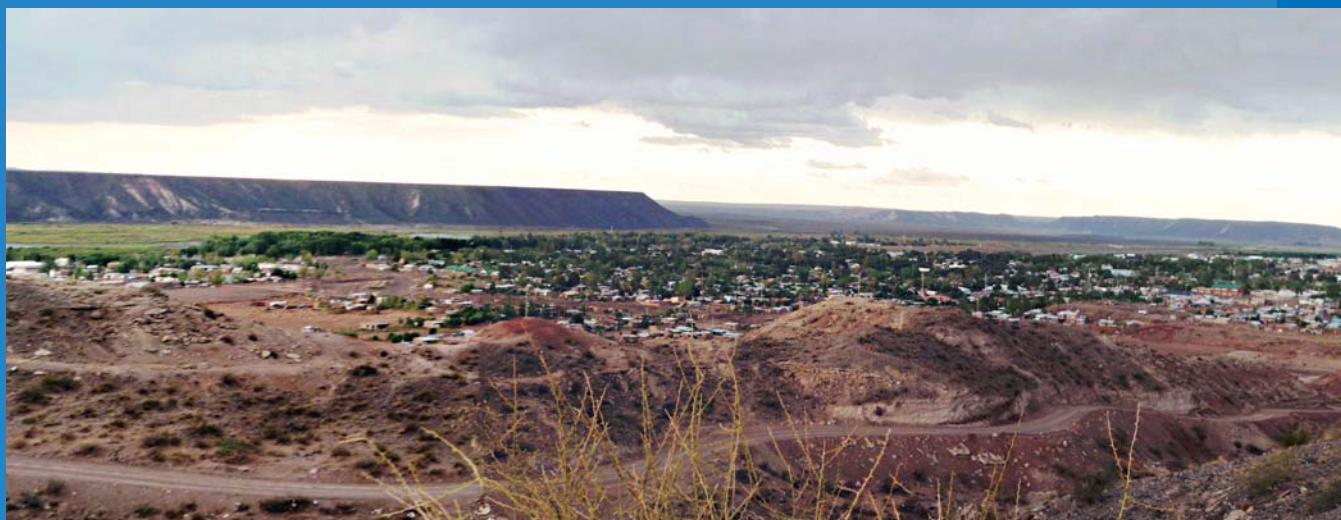
Provincia del Neuquén

Fernando X. Pereyra

Irma Rivas

Laura Lamarca

María Inés Tobío



Convenio

SEGEMAR (Servicio Geológico-Minero Argentino)

Municipalidad de Rincón de los Sauces (Neuquén)

Dirección de Geología Ambiental y Aplicada

Instituto de Geología y Recursos Minerales (SEGEMAR)

Año 2013



Estudio Geocientífico Aplicado al Ordenamiento Territorial de

# Rincón de los Sauces

Provincia del Neuquén

Fernando X. Pereyra

Irma Rivas

Laura Lamarca

María Inés Tobío

## Convenio

SEGEMAR | Servicio Geológico Minero Argentino  
Municipalidad de Rincón de los Sauces | Neuquén

Dirección de Geología Ambiental y Aplicada  
Instituto de Geología y Recursos Minerales | SEGEMAR

2013

---

**MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN FEDERAL,  
INVERSIÓN PÚBLICA Y SERVICIOS**

*Ministro:* Arq. Julio De Vido

**SERVICIO GEOLÓGICO MINERO ARGENTINO**

*Presidente:* Ing. Jorge Mayoral

*Secretario Ejecutivo:* Lic. Pedro Alcántara

**INSTITUTO DE GEOLOGÍA Y RECURSOS MINERALES**

*Director:* Lic. Roberto F. Page

---

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	1
OBJETIVOS .....	3
MATERIALES Y MÉTODOS .....	3
CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO FÍSICO .....	4
CLIMA .....	4
GEOLOGÍA .....	8
GEOMORFOLOGÍA .....	16
HIDROLOGÍA SUPERFICIAL .....	22
HIDROGEOLOGÍA .....	28
VEGETACIÓN .....	34
SUELOS .....	35
CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO ANTRÓPICO .....	37
INTRODUCCIÓN .....	37
RESEÑA HISTÓRICA .....	37
ASPECTOS SOCIO-DEMOGRÁFICOS .....	38
ESTRUCTURA PRODUCTIVA .....	40
CONFIGURACIÓN URBANA Y PERIURBANA .....	44
SERVICIOS Y EQUIPAMIENTOS COMUNITARIOS .....	50
PATRIMONIO NATURAL Y CULTURAL .....	58
PELIGROSIDAD NATURAL .....	60
INUNDACIONES .....	62
INESTABILIDAD DE PENDIENTES .....	63
LA GRAN EROSIÓN .....	64
EROSIÓN FLUVIAL Y CARCAVAMIENTO .....	65
PELIGROSIDAD SÍSMICA .....	65
PELIGROSIDAD VOLCÁNICA .....	67
EVALUACIÓN DE LA PELIGROSIDAD GEOLÓGICA .....	70
UNIDADES DE PAISAJE .....	71
EVALUACIÓN DE LA APTITUD PARA LA URBANIZACIÓN .....	75
USOS PROPUESTOS .....	78
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	83
BIBLIOGRAFÍA .....	87
ANEXO I – RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS .....	91
ANEXO II – TRATAMIENTO DE AGUAS POR FILTROS FITO-TERRESTRES .....	93

### LISTA DE MAPAS

Nº	MAPA	AUTOR	ESCALA
1	IMAGEN	M.L.PARDO DURO/M.I.TOBIO	1:25000
2	TOPOGRÁFICO	M. I. TOBIO	1:25000
3	SUELOS	F. PEREYRA	1:25000
4	GEOMORFOLÓGICO	F. PEREYRA	1:25000
5	LITOLÓGICO	F. PEREYRA	1:25000
6	HIDROGEOLÓGICO	L. LAMARCA	1:25000
7	USOS ACTUALES	I. RIVAS	1:25000
8	PELIGROSIDAD NATURAL	F. PEREYRA	1:25000
9	APTITUD PARA LA URBANIZACIÓN	F. PEREYRA	1:25000
10	UNIDADES DE PAISAJE	F. PEREYRA	1:25000
11	USOS PROPUESTOS	I. RIVAS	1:25000



## INTRODUCCIÓN

La ciudad de Rincón de los Sauces se localiza en el sector norte de la provincia de Neuquén en el sector de transición entre los Andes Patagónicos y la Patagonia extraandina,  $68^{\circ}50'O$  y  $37^{\circ}30'S$  aproximadamente (Fig. 1). Esta ciudad ha experimentado un sostenido crecimiento poblacional en las últimas décadas, casi duplicando su población en las tres décadas pasadas,

hasta alcanzar casi 20.000 habitantes en el censo del 2010. El presente trabajo es resultado de un convenio firmado entre la Municipalidad de Rincón de los Sauces y el SEGEMAR, en el año 2012. El aumento de la población ha implicado un avance progresivo sobre todo el ámbito del Municipio. En líneas generales, la urbanización ha tenido un carácter desordenado por lo que actualmente se han generado numerosos problemas ambientales al ocuparse terrenos poco aptos.

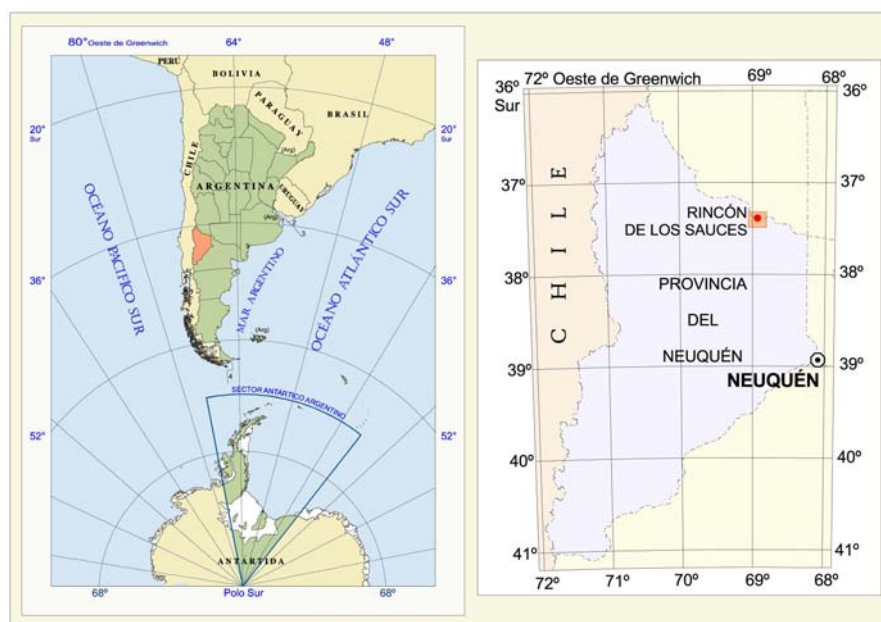


Figura 1. mapa de ubicación

La región de Rincón de los Sauces se encuentra estrechamente asociada al desarrollo de la explotación petrolera en la zona norte de la provincia del Neuquén y en los sectores aledaños de Mendoza. En los últimos años han comenzado a explorarse otras alternativas de desarrollo para la región, entre las que destacan la minería, el turismo y la producción de cultivos de alto rendimiento económico. Esta situación presupone a la vez interesantes perspectivas y nuevos desafíos en relación al uso racional del espacio.

Rincón de los Sauces se ubica en el Departamento de Pehuenches. Se accede desde la ciudad de Neuquén a partir las Rutas provinciales 7 y 5, se comunica con Buta Ranquil al oeste y Catriel al este por la Ruta provincial 6. Desde Buta Ranquil se accede a la Ruta nacional 40 y mediante la misma se puede pasar a Mendoza por Barrancas y, hacia el sur, en Neuquén, se accede a Chos Malal y Zapala. Las localidades más cercanas son Pata Mora y Puesto Hernández.

El crecimiento desordenado y sostenido de la ciudad en el último siglo, ha tenido lugar en general sin el establecimiento de pautas de ordenamiento territorial que tuvieran en cuenta las particularidades del medio físico y las características socio-económicas del mismo. Consecuentemente, han resultado en la existencia de importantes problemas ambientales, algunos de difícil solución. Ejemplo de esta falta de previsión es la ocupación de zonas anegables (planicies de inundación y mallines).

En las últimas décadas, ante la existencia de una creciente presión antrópica sobre el medio natural y, paralelamente, un mayor grado de conocimiento de las causas y efectos de los diferentes riesgos geológicos, éstos han comenzado a tener mayor influencia en la determinación de políticas y prioridades para inversiones o emprendimientos económicos en general y en la fijación de pautas de ocupación del territorio.

Sobre la base de estrategias de crecimiento y desarrollo económicos definidas a priori por las diferentes instancias de Gobierno, los planes de ordenamiento territorial deben procurar: a) adaptar las actividades a las características del medio físico frente a cada una de las actividades socio-económicas, b) optimizar las interacciones entre las diversas actividades a localizar y c) tender a una utilización múltiple del territorio en el cual se garantice la superposición de actividades compatibles y complementarias en el tiempo y en el espacio.

En el presente estudio se han enfatizado los aspectos vinculados a la urbanización, dados los requerimientos hechos oportunamente por el Municipio. Consecuentemente, los objetivos del ordenamiento son la utilización racional del territorio que permita una gestión responsable y sustentable de los recursos naturales y un desarrollo socio-económico equilibrado.

Esto resultará en la preservación del medio físico y una mejora de la calidad de vida.

El análisis territorial (también conocido como diagnóstico territorial), que es donde se focaliza esta contribución, se orienta a comprender el funcionamiento de los sistemas naturales, su incidencia en los procesos económico-sociales, culturales y ambientales y las repercusiones territoriales de los mismos. En tal sentido incluye la caracterización del medio físico, el análisis de los usos del suelo y la ocupación del territorio. Los principales factores tomados en cuenta dentro del primero son la geología, el relieve y la morfodinámica (geomorfología), las características climáticas, el suelo, las aguas (tanto superficiales como subterráneas), así como los componentes del medio biótico (vegetación y fauna). Se consideran especialmente aquellos aspectos (bióticos y abióticos) que hacen a la configuración del paisaje y que permitan su valoración. La identificación y delimitación de Unidades de paisaje homogéneas es el fin último de esta etapa del trabajo ya que las mismas constituyen la base espacial de las acciones a realizar.

El estudio del medio físico debe incluir, además de un inventario, la valoración del mismo desde el punto de vista de la conservación, el análisis de la degradación del mismo, los peligros naturales y la determinación de los usos más adecuados, plasmados en la identificación de las capacidades de acogida del medio.

Los factores geoambientales que juegan un papel importante en el desarrollo de las ciudades pueden ser englobados en tres grandes grupos: 1) las geoformas, 2) los procesos geomorfológicos y 3) las condiciones del suelo y del subsuelo. Dentro del primer grupo son, especialmente las características morfográficas y morfométricas, los principales aspectos a considerar, entre los que destacan la situación geográfica, la distribución espacial, la forma del relieve como relieve relativo, grado de disección, orientación, ángulos de las pendientes y el tamaño de las geoformas. Estos elementos influyen, entre otras funciones, en el transporte, la necesidad de movilizar materiales para nivelaciones, la mayor o menor concentración poblacional en áreas de menor relieve, etc. Dentro del segundo grupo, se enmarcan los relacionados con los diferentes riesgos naturales. Finalmente, el tercer grupo de factores se relaciona con los aspectos esencialmente geotécnicos, ingenieriles y de recursos minerales necesarios para la construcción.

Numerosos peligros naturales tienen lugar en la región, la cual exhibe una marcada fragilidad frente a acciones antrópicas. Las inundaciones y la inestabilidad de pendientes son los principales factores de peligrosidad natural, mientras que la degradación del paisaje, de la vegetación y de los suelos, junto



con los incendios y la contaminación de aguas y suelos aparecen como peligros de tipo mixto (natural-antrópico).

## OBJETIVOS

El propósito del presente proyecto es el de brindar pautas a la Municipalidad de Rincón de los Sauces y a la Provincia del Neuquén que permitan la toma de decisiones en los diferentes aspectos que hacen al crecimiento de la ciudad. Consecuentemente, el proyecto tiene como objetivo general identificar y evaluar las características geológicas de los terrenos para el desarrollo urbano en general, originando una cartografía temática de base útil para la planificación urbana y el ordenamiento territorial. La zonificación resultante ha sido volcada a mapas y esquemas, que posibilitan una rápida visualización de los tipos de aptitud del territorio municipal para los diferentes usos. Especialmente se identificarán sitios aptos para el crecimiento urbano y las áreas vulnerables frente a las amenazas naturales periódicas.

Los objetivos específicos son:

- Análisis de las litologías y de las principales estructuras geológicas, considerando su estabilidad y sus características geotécnicas.
- Análisis de las geoformas que conforman el paisaje, teniendo en cuenta especialmente pendientes, morfodinámica actual y estabilidad de las mismas.
- Brindar pautas acerca de la aptitud de las geoformas para los diferentes usos potenciales de la tierra.
- Identificación de los suelos, caracterización y mapeo. Evaluación de la degradación de suelos.
- Determinar la vulnerabilidad de aguas superficiales y subterráneas a partir de comprender el comportamiento hidrogeológico e hídrico. Identificar zonas con el nivel freático somero.
- Identificación de usos de suelo actual (urbano, turístico, forestal, agrícola, minero, industrial, entre otros).
- Analizar, evaluar, delimitar y mapear los procesos naturales ocurridos o potenciales que pudieran ocurrir, considerando la peligrosidad geológica debida a inundaciones, erosión hídrica y remoción en masa (aluviones y derrumbes). Teniendo en cuenta sus causas, impactos y su posible recurrencia. Analizar y evaluar la información sobre sismos y volcanismo.
- Brindar elementos para la realización de folletos y posters para difusión en la comunidad, adecuados a los diferentes actores socia-

les. Su contenido incluye las amenazas naturales, sus impactos y las características del medio físico.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Dado los objetivos del proyecto y su carácter interdisciplinario fueron implementadas numerosas metodologías específicas dirigidas al logro de los diferentes objetivos planteados. La consideración detallada de las mismas se vuelca en cada uno de los apartados correspondientes, mientras que en éste se brinda sólo una síntesis general. Los trabajos efectuados implicaron la participación de numerosos profesionales de distintas disciplinas. Incluyeron tareas de gabinete y de campo, llevadas a cabo durante varias campañas efectuadas en la zona durante los casi dos años de ejecución del proyecto.

El área de estudio dispone de cartografía oficial a escala 1:50.000, pero teniendo en cuenta que los trabajos a realizar requerían una escala de trabajo de mayor detalle se utilizaron imágenes ASTER para la obtención de la base topográfica. Se usaron escenas tomadas con el sensor ASTER en el marco del acuerdo JICA-SEGEMAR, Geosat-Arg.

A partir de datos crudos (nivel 1A), se obtuvieron los modelos digitales de elevación (MDE) mediante el uso del ASTER DEM Data Generation Software y se orto-rectificaron las imágenes con el ASTER Geocoded Ortho Image Generation Software, ambos softwares desarrollados por el Comité Científico de ASTER. Las imágenes resultantes tienen proyección UTM, zona 19 y están referidas al elipsoide WGS84, luego fueron reproyectadas a Gauss Kruger, datum posgar 94 para compatibilizar los datos con el formato del Sistema

Finalmente se generó la base cartográfica, que incluye las curvas de nivel relativas con equidistancia de 10 metros (altimetría) y la planimetría sobre la base de la compilación de la información satelital (ASTER y SRTM), el SIG 250 del I.G.N., planos de la Municipalidad de Rincón de los Sauces, Proyecto Potasio Río Colorado, Proyecto Cuenca Media del río Colorado y el Plan de desarrollo urbano-ambiental (C.F.I.).

En el Mapa Base se volcó la información de los mapas de Catastro suministrados por la Municipalidad de Rincón de los Sauces el que fue finalmente ajustado a la base cartográfica.

Tanto para el Mapa Geológico como para los Mapas Geomorfológico, de Suelos, Hidrológico-hidrogeológico y de Usos de la tierra se usaron las imágenes ASTER, Landsat TM georreferenciadas e imágenes obtenidas del Google Earth como base de la cartografía. Se hizo una interpretación visual de las imágenes combinando diferentes bandas lo que permitió, según los

objetivos definidos, diferenciar adecuadamente los rasgos geológicos y geomorfológicos. Asimismo, se usaron fotos aéreas monocromáticas de distintas escalas e imágenes obtenidas en el Google Earth. Primero se realizó una fotointerpretación de gabinete la que resultó en mapas preliminares. A continuación se efectuaron trabajos de campo en varias campañas a la zona, durante las cuales se tomaron muestras de rocas y suelos y se observaron las características de los afloramientos, paisajes y suelos. En el transcurso de las mismas se fue controlando la cartografía previa fotointerpretada. Con posterioridad se ajustaron en gabinete los mapas, pasando luego a su edición final.

Para la confección y caracterización de los suelos se hicieron calicatas. Los suelos fueron clasificados y descriptos según las normas establecidas en la Soil Taxonomy (USDA, 1999, 2006 y 2010). La información referida a las aguas subterráneas y superficiales son el resultado de la recopilación y análisis de datos existentes y relevados y de observaciones de campo. Se consultaron los organismos responsables de la provisión de agua potable y el Departamento Provincial de Aguas, Comité Interjurisdiccional del Río Colorado (COIRCO) y la Municipalidad de Rincón de los Sauces. Se tomaron muestras de aguas superficiales y subterráneas, las que fueron analizadas en el Laboratorio IDAC SA., siguiendo las metodologías habituales. Hasta el presente aún no están disponibles los resultados completos, los que serán incorporados al presente como un Anexo.

Para la identificación y cartografía de la peligrosidad natural se usaron las mismas herramientas que para la cartografía de base, a la que se sumaron la recolección de datos y análisis de fenómenos acaecidos a partir de información periódica, la suministrada por el personal de la Municipalidad, la AIC y la Dirección Provincial de Aguas y del diálogo con pobladores. Los mapas fueron ejecutados utilizando Arcview, generándose una base de datos anexa que vuelve a toda la información generada compatible con el uso de un SIG.

La escala seleccionada de edición de los mapas ha sido 1:25.000, ya que la misma es especialmente útil a los fines de la planificación. Esta escala permite combinar un grado de detalle adecuado con la posibilidad de una visión integral. Los mapas, descriptos en el texto y presentados en el Anexo Cartográfico son:

- Mapa de Base (altimetría, planimetría y catastral)
- Mapa Litológico
- Mapa Geomorfológico
- Mapa Suelos
- Mapa Hidrológico e Hidrogeológico
- Mapa de Usos actuales de la Tierra
- Mapa Amenazas Naturales (inundaciones, erosión e inestabilidad de pendientes)

- Mapa Unidades del Paisaje
- Mapa de Usos Potenciales de la Tierra
- Mapa Síntesis de Aptitud para la Urbanización

## CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO FÍSICO

### CLIMA

La provincia de Neuquén posee una marcada heterogeneidad climática acorde con las variaciones fisiográficas en su territorio. Como el resto de la Patagonia está sometida a la acción permanente del Anticiclón del Pacífico Sur, que suministra un aporte limitado de humedad sobre los faldeos orientales de la Cordillera. Rincón de los Sauces, se encuentra localizada en la región Centro-Norte de Neuquén, a una altitud de 600 m. Esta región es la más árida de la provincia y también la más cálida. El clima se caracteriza por la escasez de precipitaciones, la acción desecante de los fuertes vientos y por altos valores de evaporación e insolación. Las precipitaciones mantienen un régimen mediterráneo, con un período bien marcado de máximas en otoño-invierno y un mínimo estival. El déficit hídrico es permanente. La temperatura media anual ronda los 14°C, correspondiéndose a un clima templado. La amplitud térmica diaria es significativa.

La estación meteorológica de Rincón de los Sauces posee registros insuficientes y discontinuos, por lo cual el presente informe ha sido confeccionado integrando la información disponible. Se contó con los datos de las siguientes estaciones (entre paréntesis se indica la orientación de cada una respecto de Rincón de los Sauces): Chos Malal (SO), Butaranquil (NO) y Neuquén (SE). Todas ellas provenientes de fuentes diversas como son el Servicio Meteorológico Nacional, la Subsecretaría de Recursos Hídricos, Hidronor, y EVARSA. También se han utilizados mapas climáticos. Cabe aclarar que la representatividad de los datos se ve limitada por tratarse de una zona de terreno accidentado, donde los parámetros varían drásticamente con la latitud y altitud. La información ha sido ajustada de manera interpretativa, teniendo en cuenta factores geográficos.

### TEMPERATURA

A estas latitudes la variabilidad térmica es pronunciada. Las temperaturas se modifican con facilidad de acuerdo a la dirección de los vientos, y a la altura. El régimen térmico es de onda simple, con máximas temperaturas en enero y mínimas en julio (Figuras 2 y 3). La temperatura media anual es de 14°C siendo la temperatura máxima media anual de 22°C, mientras que la temperatura mínima media anual ronda los 7°C. La amplitud térmica diaria oscila entre 16°C y

18°C. La mayor amplitud térmica se registra en los meses de verano. Las diferencias estacionales son pronunciadas. El verano es cálido y seco, con una temperatura media de 24°C, las máximas medias son de 36°C y las mínimas de 12°C. Las marcas extremas pueden fácilmente superar los 40°C.

En invierno la temperatura media ronda los 6°C, con una máxima media de 14°C y una mínima media de 1°C. Las masas de aire frío provienen normalmente del océano Pacífico y no aportan temperaturas extremas. Registros por debajo de cero grado se alcanzan normalmente como consecuencia del balance negativo de radiación. En algunas ocasiones pueden llegar desde el Sur masas de aire de origen antártico que dan lugar a temperaturas muy bajas. Las heladas suelen superar los 35 días en el trimestre y los 50 días en el año.

La diferencia de altura entre la margen del río Colorado (600 m.s.n.m.) y las zonas elevadas (alrede-

dor de 950 m.s.n.m.), genera una variación de temperatura acorde con la variación teórica de -1°C por cada +100 m. Por lo general en el valle, el clima es más cálido que en la meseta donde además hay brisas que bajan las temperaturas. Sin embargo, en días cálidos de poco viento por el efecto moderador de la humedad y la evaporación, las temperaturas pueden ser más frescas en la vera del río.

### HUMEDAD

El área se caracteriza por contenidos bajos de vapor de agua en la atmósfera, registrándose los máximos en verano y los mínimos en invierno. La presión de vapor media anual es baja y presenta escasa variabilidad espacial, con valores de entre 6 y 8 hectopascales. Es interesante señalar que sectores bajo riego a orillas del Río Colorado presentan valores superiores en 2 ó 3 hectopascales a los anteriores. Analizando la

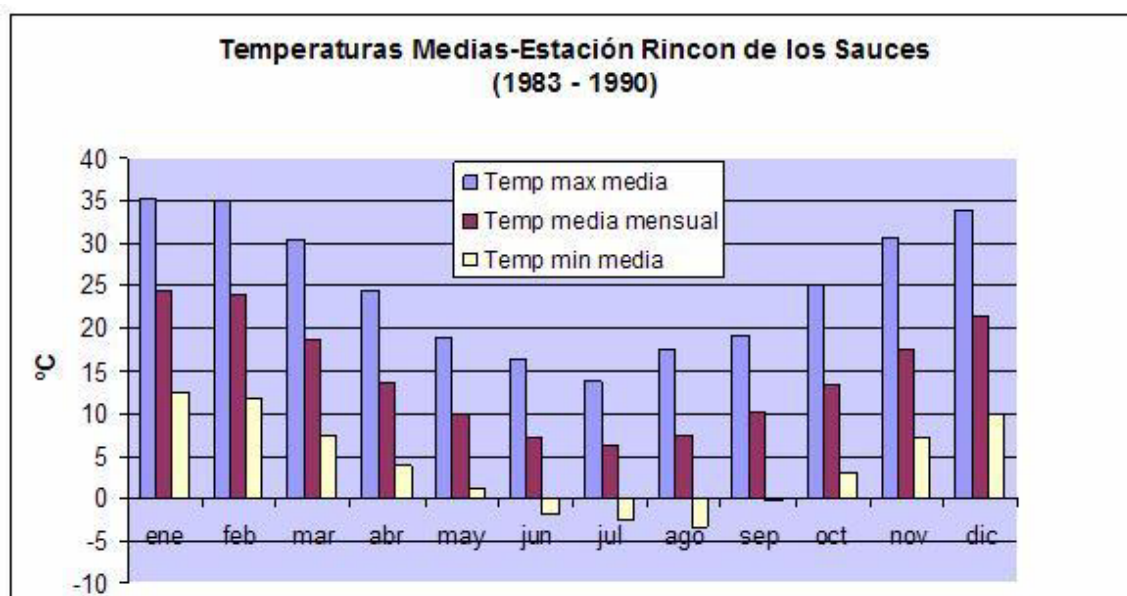


Figura 2: Temperaturas Medias-Estación Rincón de los Sauces- serie (1983- 1990)

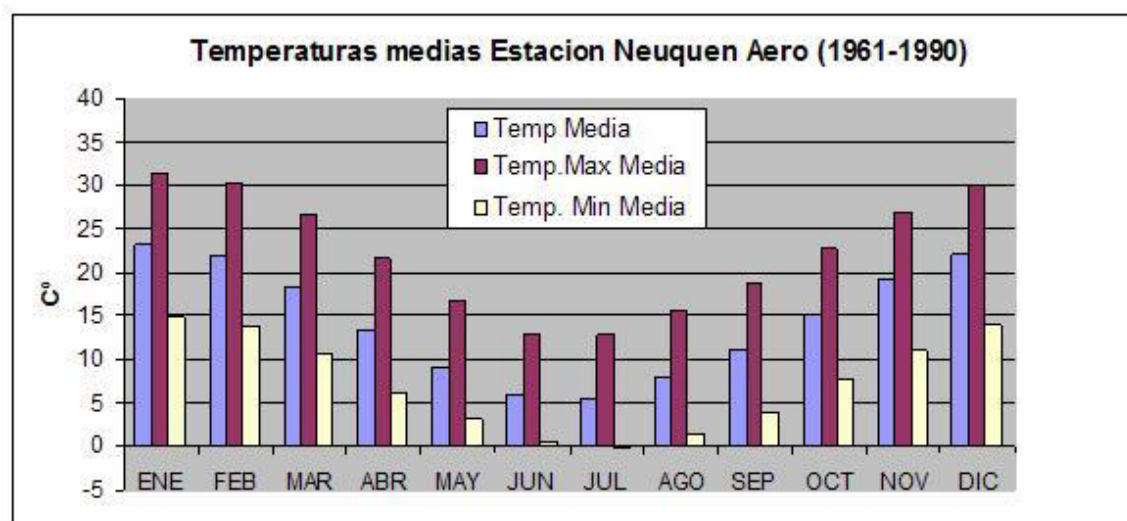


Figura 3: Temperaturas medias Estación Neuquén Aero, serie (1961-1990)

humedad en términos de humedad relativa, los registros generalmente oscilan entre 50% y 60%. Los máximos se producen en junio-julio (65%) y los mínimos entre diciembre y enero (49%), siendo la amplitud anual de los valores medios mensuales de alrededor de 15 puntos.

### PRECIPITACIONES

Debido a las condiciones geográficas y a la circulación atmosférica el acceso de vapor de agua está muy restringido en la región. Los vientos provenientes del Anticiclón del Pacífico Sur luego de descargar su humedad en la Cordillera de Los Andes, suministran un aporte limitado de humedad sobre los faldeos orientales de la Cordillera, entrando en la región extrandina ya secos, aquí los registros disminuyen de más de 2000 mm anuales a menos de 200 mm en apenas 50 Km.

En Rincón de los Sauces la precipitación media anual es exigua, de alrededor de 150 mm anuales repartidos normalmente entre 40 y 60 días. La localidad se encuentra en una zona donde se produce el choque de masas de aire cálidas provenientes del NE con las frías del SO. En el verano predomina el avance de las masas cálidas, mientras en invierno son más comunes los avances desde el S-SO de las masas de aire

pacíficas. La condición más favorable para la ocurrencia de precipitaciones se presenta con frentes estacionarios cuando el anticiclón aporta vientos desde el océano Atlántico.

El régimen de lluvias es de tipo mediterráneo (Figuras 4 y 5), con un período húmedo y otro seco. El primero se produce hacia finales del otoño, mientras que la estación seca es manifiesta en verano. Los máximos registros se producen en mayo con 30 mm medios mensuales, mientras que en diciembre y febrero los promedios que no superan los 10 mm. Ocasionalmente, pueden producirse lluvias torrenciales. La región sufre un fuerte déficit hídrico, (Figura 6). Alrededor del 60% de esta deficiencia acontece en los meses de verano. Finalmente, las nevadas son poco frecuentes y restringidas y no superan los 10 días al año.

### VIENTOS

Los registros de la velocidad y dirección del viento con mayor consistencia estadística se limitan a la estación Neuquén Aero. Los vientos, persistentes y de velocidades altas, son un factor adicional a las condiciones de aridez favoreciendo la evaporación en un contexto de ya escasas precipitaciones. Predominan los vientos moderados de entre 10 y 20 km/h, siendo la

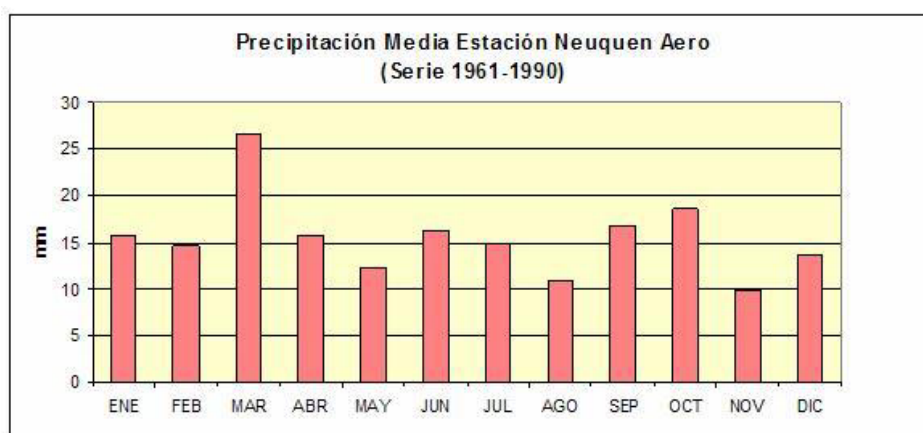


Figura 4: Precipitación media estación Neuquén Aero, serie (1961-1990)

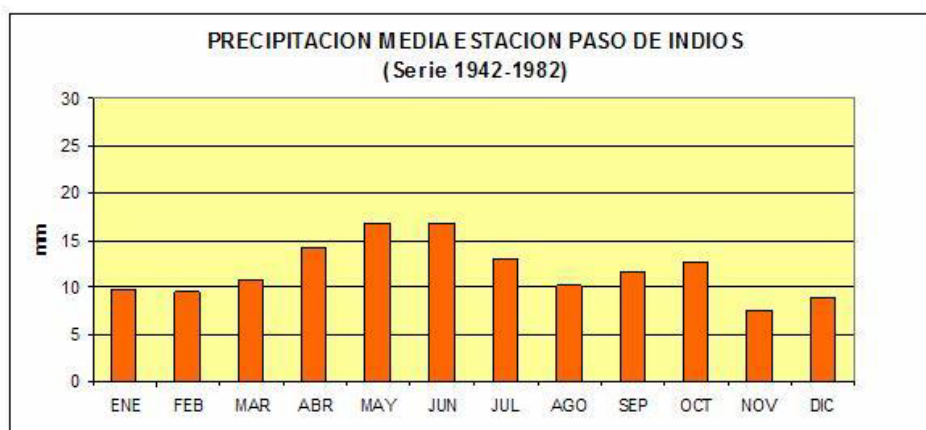


Figura 5: Precipitación media Estación Paso de Indios, serie (1942-1982)



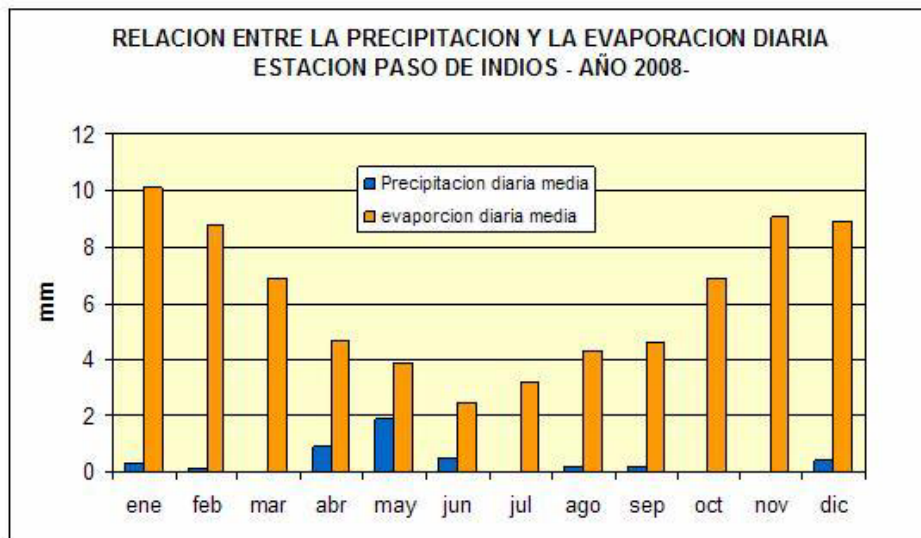


Figura 6: Relación entre la Pp y la Evaporación diaria, Estación Paso de Indios, año 2008

velocidad media anual de 11,6 Km/h. En los sectores más expuestos pueden observarse esporádicamente ráfagas con velocidades superiores a los 90 Km/h. y con máximos de 140Km/h. El 20% de los días del año no se registran vientos.

El área de estudio se ubica geográficamente sobre el límite que separa los dos sistemas de circulación atmosférica del territorio argentino. Los vientos fuertes y secos provenientes del O y SO son producto de las masas de aire frío del Anticiclón del Pacífico Sur, que a estas latitudes, chocan con frentes cálidos asociados a vientos secos del Noreste. Como se observa en las Figuras 7 y 8, el predominio de vientos procedentes del O y SO es manifiesto. El aporte de aire sub-

tropical sobre la Patagonia Norte es frecuente en la estación estival. Debido al efecto de calentamiento del aire en superficie, se produce el aumento en la velocidad media del viento en primavera y verano con su consiguiente disminución en invierno. La mayor frecuencia e intensidad corresponde al período que abarca los meses de agosto a marzo.

#### NUBOSIDAD E INSOLACIÓN

El porcentaje medio de cielo cubierto es el menor de la provincia de Neuquén, con valores que rondan el 60%. Habitualmente la nubosidad es de tipo medio-alto, asociada a fenómenos de escala regional, por lo que no presenta variaciones importantes

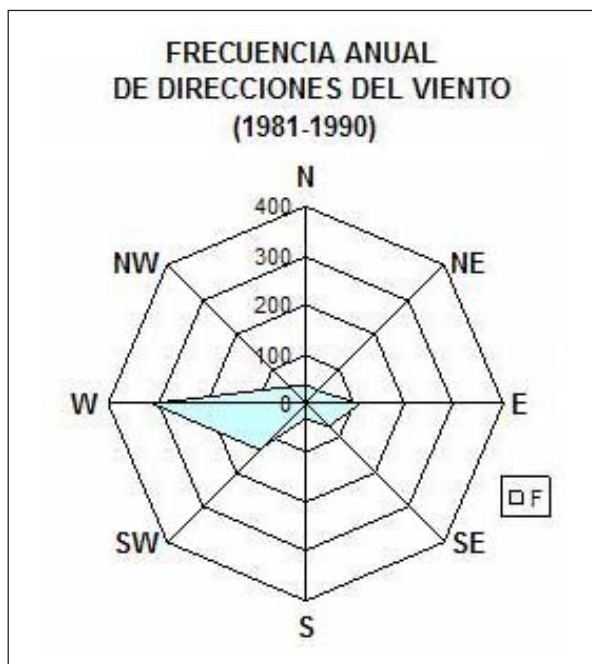


Figura 7: Frecuencia anual de direcciones del viento (1981-1990)

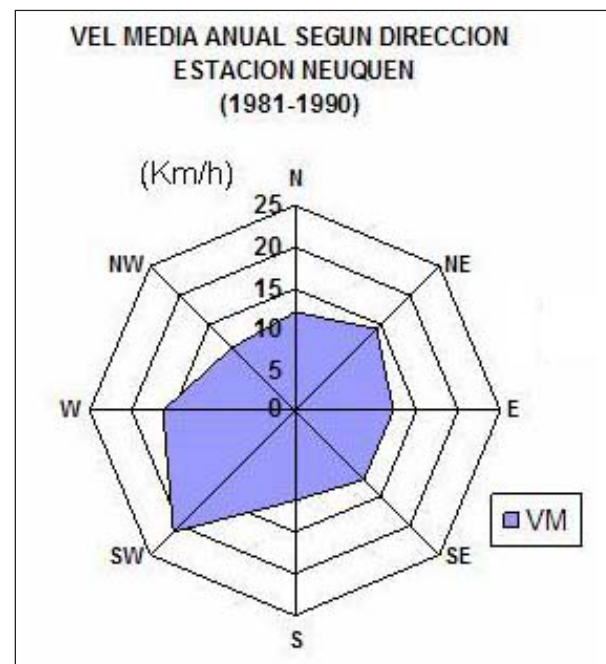


Figura 8: Velocidad media anual del viento (km/hora)

de una estación meteorológica a otra. La nubosidad es mayor en invierno, alcanzando un 70% de días con cielo cubierto; mientras que en verano el porcentaje es de aproximadamente 50%. Los días nublados son relativamente frecuentes en relación a los milímetros precipitados.

Las horas de heliofanía están condicionadas por la nubosidad, la latitud y la declinación del sol. En Rincón de los Sauces las horas de sol diarias varían entre 11 horas en enero y 3 horas en junio. La transparencia del aire contribuye a modificar la intensidad de la insolación. Ésta, depende de la turbidez y de la humedad. Excepto cuando soplan vientos muy fuertes la turbidez es relativamente pequeña; la humedad relativa también es muy baja, lo que en conjunto conduce a una atmósfera diáfana.

### PRESIÓN ATMOSFÉRICA

En la estación meteorológica Chos Malal (800 m.s.n.m.), la presión atmosférica media anual alcanza los 917,3 hPa, con un máximo de 918,7 hPa que se produce durante el mes de septiembre y un mínimo en diciembre-enero de 915,5 hPa. Por hallarse Rincón de los Sauces 200 m.s.n.m. ms bajo que la anterior, sus valores de presión serían algo más altos a los registrados. La media anual estimada para la localidad sería de alrededor de 940 hPa.

### CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA

Papadakis, (1966) en su mapa de climas clasifica la zona como «Desierto patagónico mediterráneo». Según el Departamento de geografía de la Universidad Nacional del Comahue (1982), la localidad se encuentra comprendida dentro de la «Región oriental - Subregión Árida Mesetiforme», caracterizada por ser la más árida de la provincia. Utilizando la clasificación climática de Köppen modificada la localidad se vincula al área al tipo climático «Árido» o «Desértico» (BWk); mientras que la clasificación climática de Thornthwaite la establece como dentro del tipo climático «Árido Mesotermal con nulo o pequeño exceso de agua y concentración estival térmica menor del 48%»

## GEOLOGÍA

Rincón de los Sauces se localiza en la zona de transición entre las provincias geológicas del Engolfamiento Neuquino, y la Payenia (Ramos, 1999). Dentro de la misma se encuentran variadas litologías de diferentes edades y orígenes, predominando, en la zona las sedimentitas cretácicas, las que fueron englobadas en la estructuración terciaria-cuaternalia y las volcanitas de retroarco neógenas. Estas litologías preexistentes fueron parcialmente modificadas por el accio-

nar de diferentes procesos en las últimas decenas de miles de años. En especial, durante el período Cuaternario (Pleistoceno y Holoceno), tuvieron lugar en la región andino-patagónica varios eventos de expansión de los hielos, conocidos como glaciaciones. Como resultado de las mismas, las rocas preexistentes, en la zona cordillerana, fueron parcialmente erosionadas por los hielos y los productos de la erosión fueron depositados en distintos tipos de ambientes en la zona extraandina, dentro de la cual se localiza la zona abarcada en el presente estudio.

El área bajo análisis está ubicada en la Hoja Geológica 32D Chachahuen a escala 1:200.000 del SEGEMAR (Holmberg, 1962) y la Hoja Geológica 3769-IV Catriel a escala 1:250.000 (Wilson y otros, inédita). Asimismo, han sido utilizados como antecedentes los trabajos de Garrido (2010), Zollner y Amos (1973), Groeber (1946 y 1947) y Legarreta y Uliana (1999). En la región afloran las sedimentitas continentales y marinas integrantes del Grupo Mendoza, del Grupo Neuquén y del Grupo Malargüe de edades fundamentalmente cretácicas y terciario basal. Por encima se encuentran sedimentitas marinas y continentales de edades oligocenas-miocenas (Fm. Vaca Mahuida, entre otras). Cubriendo parcialmente a las anteriores se observan potentes secuencias volcánicas y volcanoclásticas neógenas integrantes de diferentes conjuntos volcánicos, entre los que se cuentan el Auca Mahuida, al este de la zona abarcada en este estudio y la zona del Co. Campanario, en Mendoza, inmediatamente al N de Rincón de los Sauces. Finalmente, se encuentran depósitos fluviales y aluviales cuaternarios y recientes, entre los que destacan los niveles cementados que integran los "Rodados Patagónicos". La estratigrafía regional se observa en la tabla 1.

En relación a la estratigrafía del área aledaña a Rincón de los Sauces, es posible diferenciar en el sector estudiado dos grandes conjuntos litológicos. Por un lado, un conjunto rocoso más antiguo y por otro un conjunto heterogéneo de sedimentos cuaternarios y recientes poco consolidados. Se han diferenciado (ver Mapa Litológico adjunto) siete unidades, de más antigua a más joven:

1. Grupo Neuquén: areniscas, pelitas y tufitas marinas y continentales cretácicas
2. Depósitos de rodados y arenas plio-pleistocenas parcialmente cementados (Rodados Patagónicos)
3. Basaltos y volcanitas neógenos
4. Depósitos de rodados y arenas de cobertura de pedimentos y abanicos aluviales
5. Depósitos de arenas y gravas fluviales holocenos y actuales (río Colorado y cursos menores)
6. Depósitos aluvio-coluviales recientes (gravas, arenas, limos y arcillas)





Cañadón en el que se localiza yacimiento fósil de dinosaurios en sedimentitas del Grupo Neuquén



Vista de secuencias de areniscas y lutitas del Cretácico (Grupo Neuquén) camino hacia el cerro ubicado al oeste de Rincón de los Sauces



Otra vista de sedimentitas del Grupo Neuquén al sudoeste de la localidad



Afloramiento de colada de basaltos del neógeno hacia el este de Rincón de los Sauces en la planicie estructural lávica



Aspecto superficial de las lavas neógenas en las que se observa la presencia de polígonos asociados a la disyunción columnar vertical



Otra vista de las lavas neógenas en la que se observan las extensas planicies estructurales lávicas que forman

UNIDAD		EDAD	LITOLOGÍA
Depósitos Aluvio-coluviales recientes		Holoceno a reciente	Arenas, bloques y gravas coluviales y aluviales
Depósitos de arenas y gravas fluviales		Holoceno a reciente	Arenas, gravas y limos fluviales
Depósitos de rodados y arenas de cobertura de pedimentos y abanicos aluviales		Holoceno a reciente	Arenas y gravas fluviales
Basaltos y volcanitas Neógenos (Basalto IV-Chapualitense)		Plioceno-Pleistoceno	Basaltos, andesitas. Brechas y aglomerados volcánicos.
Rodados patagónicos		Plioceno-Pleistoceno	Arenas y conglomerados parcialmente cementados por CaCO <sub>3</sub>
Fm. Allen		Paleoceno	Areniscas, tufas y pelitas
Gr. Neuquén	Fm. Río Colorado	Cretácico (Senaniano-Campaniano)	Areniscas y pelitas
	Fm. Río Neuquén	Cretácico (Coniaciano)	Areniscas y pelitas
	Fm. Río Limay	Cretácico (Cenomaniano-Turoniano)	Areniscas y pelitas

Tabla 1: Estratigrafía regional.

### GRUPO NEUQUÉN (ARENISCAS, PELITAS Y TUFITAS CONTINENTALES DEL CRETÁCICO SUPERIOR)

El Grupo Neuquén está conformado por depósitos continentales de origen fluvial, eólico y lacustre somero, desarrollados en la Cuenca Neuquina en el Cretácico Superior (entre el Cenomaniano inferior y el Campaniano medio). Alcanzando en el área de estudio, un espesor de 700 m – 800 m. Litológicamente se integra por una sucesión de capas rojas (*red beds*) compuestas principalmente por areniscas y fangolitas. (Cazau y Uliana, 1973). La secuencia presenta una geometría sencilla de «capas de torta», no identificándose ningún desplazamiento estructural importante. El rumbo de los estratos es en general WSW–ENE con pendiente hacia el SSE, no mayor a 5°. Sus afloramientos conforman un sistema de mesetas angostas y alargadas en sentido SW y NE que se escalonan desde el nivel basal de las bardas (aproximadamente a 800m.s.n.m.) y el río Colorado (600m.s.n.m.). En este relieve los niveles descienden mediante superficies de control estratigráfico, (mesetas) que son recortadas por Cañadones y recubiertas de detritos.

La sección de capas rojas se subdivide en tres formaciones que, desde la base al techo, son:

1. Formación Río Limay (Cenomaniano - Turoniano) No aflorante en la zona.
2. Formación Río Neuquén (Coniaciano)
3. Formación Río Colorado (Senoniano-Campaniano)

La primera está integrada por los Miembros Candeleros (areniscas rojas y conglomerados), Huíncul (areniscas amarillas) y Lisandro (fangolitas «rojo morado» con intercalaciones de areniscas medianas). Esta unidad no aflora y su techo se hallaría a alrededor de 200m de profundidad aproximadamente medi-

dos en la zona urbanizada. Para la región, teniendo en cuenta su ubicación relativa dentro de la cuenca de depositación, no estaría presente la porción basal de la secuencia, comenzando por lo tanto el Grupo Neuquén en la parte más alta del Mb. Huíncul. El Mb Lisandro, se dispone en relación de concordancia sobre Huíncul.

Por su parte, la Formación Río Neuquén (Coniaciano) está constituida por los Miembros Portezuelo y Plottier. El Miembro Portezuelo, registra en el área un espesor de 230 m, su techo esta ubicado alrededor de los 600m.s.n.m. Se divide en tres secciones, una inferior compuesta por una sucesión de psamitas y pelitas interestratificadas, una media de aproximadamente 30 m de espesor compuesta por fangolitas rojas con intercalaciones menores de areniscas, sobre la que apoya la sección superior, integrada por areniscas amarillentas, que exhibe características similares a las descritas para la sección inferior. Sobre la parte más alta de esta sección, apoyan los depósitos actuales del cauce del río Colorado. El Mb. Plottier, está compuesto casi exclusivamente de pelitas de coloración rojo intenso, poco consolidadas, en bancos de gran espesor, con lentes de areniscas finas y alternancia de cuerpos laminares de areniscas medianas. Esta unidad posee un espesor de 70 m, posiblemente aflorando en la zona por debajo de la cota 670 m.s.n.m.

Finalmente, la Formación Río Colorado se compone del Miembro Bajo de la Carpa, conformado por una sucesión de 40 m de espesor (Cazau, 1973) de depósitos predominantemente psamíticos, con interestratificación de horizontes pelíticos. Los términos pelíticos se encuentran integrados por fangolitas rojizas poco consolidadas, seguidas por depósitos limo-arenosos gris-verdosos y verde-amarillentos, finamente lamina-





Depósitos de gravas aluviales cementadas por carbonato que coronan las planicies estructurales (mesetas) que rodean la localidad



Aspecto de los Rodados Patagónicos al oeste de Rincón de los Sauces, sobre las bardas que marginan por el sur a la ruta de Barrancas



Cañadón en el que se encuentra el yacimiento fósil recientemente explorado, inmediatamente al oeste de Rincón de los Sauces



Vista de campo petrolero desde mirador ubicado por encima de la barda. Se observan aparatos volcánicos y planicies lávicas



Vista de secuencias de areniscas y lutitas del Cretácico (Grupo Neuquén) camino hacia Puesto Hernández. Se observa cobertura de rodados aluviales de los niveles de pedimentos.



Vista desde el mirador del río Colorado en el que se observa su sinuosidad en la zona. En primer plano afloramiento de Rodados Patagónicos.

dos, en ocasiones acompañados por delgadas láminas de evaporitas (yeso). La presencia de yeso aporta iones sulfato a la composición de las aguas. Por encima se encuentra el Miembro Anacleto con un espesor, en el área de Rincón de los Sauces, de 150 m. Su techo se encuentra y se compone por una sucesión de depósitos predominantemente psamíticos finos, presentando en algunos sectores, una secuencia basal integrada por cuerpos arenosos de granulometría variada.

#### DEPÓSITOS DE RODADOS Y ARENAS PLIO- PLEISTOCENOS PARCIALMENTE CEMENTADOS (RODADOS PATAGÓNICOS)

Los Rodados Patagónicos están representados en el área por conglomerados bien consolidados por abundante cemento calcáreo y yesífero. Fue denominado nivel de Pie de Monte II por Holmberg (1964). Conforman los sectores más elevados de la zona estudiada, ubicándose en cotas superiores a los 900 m. Posen un espesor de al menos 5 m, pudiendo superar incluso los 10 m. Presentan una estratificación poco definida próxima a la horizontal. La litología de los clastos es altamente variable, aunque con presencia mayoritaria de rocas volcánicas básicas mesosilíceas y plutónicas ácidas, con un diámetro máximo que generalmente no supera los 30 cm. Presentan un nivel de calcrete fuertemente cementado y se encuentran parcialmente cubierto por el basalto IV.

Estos depósitos apoyan como cubierta horizontal sobre el Grupo Neuquén hacia el SO del área, ocupando la zona de mayores alturas y también se asientan sobre afloramientos poco potentes del denominado "Rocanense" o Grupo Malargüe de edad daniana (Terciario basal). Su origen sería fluvial de alta energía, correspondiente a bajadas, si bien no puede descartarse un origen glacifluvial, al menos para parte de ellos. La edad de los mismos sería cuaternaria, pudiendo incluir incluso parte del Plioceno superior.

#### BASALTOS Y VOLCANITAS NEÓGENOS

La unidad ubicada al E del área de estudio corresponde a coladas de basaltos olivínicos, identificadas por Holmberg (1962), como «Basalto IV» equivalente al Chapualitense superior de Groeber. Forman grandes planicies lávicas horizontales de espesor uniforme, marginadas por bardas abruptas. Se caracterizan por poseer un centro macizo cortado por diaclasas con formas curvas y a veces manifiestan disyunción columnar. En algunos sectores se encuentran parcialmente cubiertos por depósitos eólicos arenosos o gravas arenosas fluviales que pueden presentar encostramiento calcáreo. De todas formas la cobertura, si está presente, es delgada.

En toda la región se observan numerosos aparatos volcánicos de pequeñas dimensiones que han sido los diferentes centros de emisión de las coladas, provinien-

do en este caso de la zona del Auca Mahuida. La posterior erosión fue fragmentando las planicies lávicas.

Son basaltos olivínicos, compactos, macizos, porfíricos con fenocristales de plagioclasa básica, de 2 a 3 mm de largo, y olivina, en una pasta fina gris azulada, oscura hasta negra. Se trata de coladas, de hasta 30 m de espesor, de poco desarrollo areal. A grandes rasgos son macizos, de color gris oscuro, con fractura subconcoidea a irregular. Los fenocristales de plagioclasa son de composición labradorítica y la pasta es pilotáctica con microlitas de plagioclasa y clinopiroxeno augítico en cristales pequeños. Si bien el tipo litológico de la unidad está ampliamente dominado por basaltos, también pueden reconocerse en la misma algunas andesitas y tobas. La edad de estos basaltos sería pliocena a pleistocena inferior coincidiendo parcialmente con las glaciaciones más antiguas.

#### DEPÓSITOS DE RODADOS Y ARENAS DE COBERTURA DE PEDIMENTOS Y ABANICOS ALUVIALES

Se trata de acumulaciones generalmente poco potentes con escaso grado de cohesión de arenas y gravas acarreadas por el agua. Es posible encontrar también, particularmente en algunos sectores subhorizontales, un regolito resultado de la meteorización de las areniscas cretácicas aflorantes. Son depósitos carentes generalmente de estructuras sedimentarias y que, a diferencia de los depósitos más antiguos, no muestran cementación calcárea. Cubren los pedimentos y los pequeños abanicos aluviales formados al pie de ellos. La mayor parte de los materiales provienen de la erosión de las areniscas del Grupo Neuquén subyacentes. Su origen es principalmente fluvial y se les atribuye una edad holocena a actual.

#### DEPÓSITOS DE ARENAS Y GRAVAS FLUVIALES HOLOCENOS Y ACTUALES (RÍO COLORADO Y CURSOS MENORES)

Los depósitos del Río Colorado se emplazan en un ambiente de valle fluvial labrado en el ambiente mesetiforme y volcánico circundante. Se apoya en forma erosiva en los sedimentos arenosos del Grupo Neuquén. Forman dos unidades diferenciadas: una faja de canales (cauce), correspondiente a la planicie de inundación actual y un nivel ligeramente más alto correspondiente a las terrazas fluviales, separados por un resalto vertical del orden de los 3.4 m. El aporte sedimentario de finos (limos), es lateral, proveniente de las comarcas circundantes, las arenas medias/gruesas y gravas son provistas, en cambio por las regiones montañosas de las cabeceras y por la degradación de los rodados patagónicos. El cauce consiste en un depósito activo del orden de los 300 a 600 m de ancho. Alcanza una espesor de 15 a 20 m. El ambiente deposicional es de alta energía, constituyendo un sis-





13. Vista de los volcanes del Auca Mahuida desde la Ruta 5, al sudeste de Rincón de los Sauces



Vista desde el mirador del valle río Colorado en el que se observa su hábito entrelazado, sinuosidad, la presencia de varios cauces secundarios, terrazas fluviales y la planicie aluvial.



Estrechamiento del río Colorado al oeste de Rincón de los Sauces. En la margen norte se observan afloramientos de lavas que conforman una terraza rocosa



El río Colorado en la zona del estrechamiento. Sobre la margen sur se observan afloramientos de sedimentitas cretácicas. En esta zona se podría realizar una obra de represamiento para la obtención de agua.



Pequeños cauces que conforman los abanicos aluviales que nacen al pie de la barda sur, al sudeste de Rincón de los Sauces en la cuesta del León.



Cañadón que limita la zona urbana por el este en la que se observan depósitos aluviales finos y gruesos intercalados

tema anastomosado. Se observa una acentuada heterogeneidad y anisotropía en los componentes sedimentarios, los más gruesos se concentran en el cauce, presentando una disminución lateral del tamaño de grano hacia la llanura de inundación. Verticalmente, se muestra una alternancia de gruesos y finos en concordancia con los períodos de crecidas y bajantes. En general, sobre el cauce los depósitos están compuestos por gravas arenosas friables, con intercalaciones de niveles arenosos o areno-pelíticos. Hacia la llanura aluvial pueden presentarse zonas carentes de gruesos, compuestas por limos y arcillas. En perfiles realizados por Red Ingeniería s.r.l en el año 2005, se observa a la altura de la ruta P.Nº6 un paquete de 12 m aproximadamente de arenas limosas, limos arenosos y limos arcillosos, apoyado sobre un nivel de gravas arenosas acuíferas. La edad de estos depósitos sería holocena a reciente.

A lo largo de los ríos semipermanentes, tributarios del río Colorado, se han acumulado depósitos dejados por la acción de aguas corrientes en los planos aluviales. Están constituidos por bloques, gravas, arenas, limos y arcillas. Su distribución está limitada a los cursos de agua que los han arrastrado hasta depositarlos. Allí donde las corrientes han sido menos activas se han depositado arenas más finas, limos y aun arcillas, en especial en arroyos de menor caudal; su desarrollo es así de poca extensión y reducido espesor. Incluyen los depósitos de planicies aluviales y de abanicos aluviales. En general, si bien gruesos, los tamaños son menores que los anteriores. La selección es mayor y el grado de consolidación menor, lo que evidencia su menor antigüedad. El espesor de los depósitos aluviales apenas supera los 10 metros. En esta unidad el nivel freático se encuentra próximo a la superficie o directamente es aflorante. Esta unidad puede considerarse de edad holocena a reciente.

#### DEPÓSITOS ALUVIO-COLUVIALES RECIENTES (GRAVAS, ARENAS, LIMOS, ARCILLAS)

Estos depósitos están constituidos por gravas, arenas, limos y arcillas, aunque domina la granulometría más fina. Se encuentran ampliamente distribuidos en la región, ya sea convergiendo hacia las zonas más bajas aunque sin alcanzar a formar cauces definidos o rellenando áreas deprimidas, o desarrollándose al pie de laderas. En forma ocasional pueden reconocerse bloques, generalmente derivados de las bardas basálticas adyacentes. Los depósitos coluviales corresponden a los materiales que tapizan el talud. Son sedimentos granulométricamente heterogéneos compuestos por fragmentos angulosos por lo común inferiores a los 30 cm de longitud, principalmente lajosos. Estos fragmentos están inmersos en una matriz areno-gravillosa formada también por materiales producto de la meteorización

de las rocas aflorantes. Los sedimentos más finos son algo mejor seleccionados y se hallan más redondeados. En la zona estudiada estos depósitos ocupan especialmente la barda norte del nivel mestiforme que conforman tanto los rodados patagónicos como las lavas neógenas. La acumulación de estos sedimentos es resultado de la combinación de una serie de procesos de remoción en masa, entre los que se cuentan reptaje, solifluxión y caídas, y en menor medida flujos densos. Asimismo, el escurrimiento superficial es un proceso activo y ampliamente distribuido, si bien, en líneas generales su accionar se limita a la redistribución de los fragmentos rocosos originariamente acumulados en la pendiente por los procesos gravitacionales. Los espesores son variables, si bien la profundidad a la roca fresca o al manto de meteorización difícilmente supera los 2 metros. Serían de edades holocenas a recientes.

#### IMPLICANCIAS GEOTÉCNICAS

Se analizaron las características geotécnicas del área considerada sobre la base de la cartografía geológica, complementada por observaciones de campo específicas. Las diferentes litologías que integran el Grupo Neuquén no presentan grandes problemas geotécnicos ya sea se trate de fundaciones o cortes, si bien las rocas muestran, en algunos casos, un grado bajo de cohesión y una tendencia a la meteorización física. La misma consideración puede ser realizada en relación a las Rocas volcánicas consolidadas con o sin delgada cobertura aluvio-coluvial (basaltos neógenos) que muestran mayor dureza en relación a las anteriores.

Por su parte, los sedimentos cuaternarios tienen amplia distribución en la zona y exhiben gran variabilidad en sus características, aún dentro de una misma unidad. Es posible diferenciar al menos tres conjuntos: Rodados, arenas y gravas moderadamente bien seleccionados parcialmente cementados con intercalaciones finas; Rodados, arenas y gravas fluviales inconsolidados y Rodados y arenas que cubren pedimentos y badlands.

Los primeros son bastante homogéneos y pertenecen a las clases GW, SP y SW, el primero corresponde a gravas y arenas bien seleccionadas, casi sin finos; los otros dos son arenas con gravas bien y mal seleccionadas, con escasos finos. Estos materiales son muy permeables salvo por la presencia de niveles de cementación de carbonato de calcio (calcretes) los que se comportan como niveles casi impermeables. En general no implican problemas de fundaciones y los cortes verticales artificiales son muy poco estables. Son materiales fácilmente erosionables.

También pueden aparecer, utilizando el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos de Casagrande, clases GP y GM, correspondientes a gravas mal selec-





19.

Vista del área urbanizada desde el cerro



Aspecto de los suelos arcillosos (Torrifluventes) ubicados en los abanicos aluviales al este de Rincón de los Sauces

cionadas, con mezclas de arena y casi sin finos y gravas limosas, con mezclas de gravas, arenas y limos, respectivamente. En menor medida aparecen materiales de la clase SP; arenas con gravas, mal seleccionadas, con escasos finos.

Los rodados, arenas y gravas fluviales inconsolidados incluyen principalmente a los Depósitos fluviales holoceno-actuales tienen una gran heterogeneidad debido a la frecuente ocurrencia de cambios de facies, los que implican variaciones tanto verticales como horizontales. De todas formas, tanto en los abanicos aluviales como en las planicies aluviales predominan los materiales de las clases GP (gravas con intercalaciones de gravas y arenas mal seleccionadas y con escasos finos) y SP (arenas mal seleccionadas con gravas y casi sin finos). Estos sedimentos son por lo general moderadamente a bien permeables, y no tienen limitaciones para las fundaciones, si bien son poco estables en cortes artificiales. En algunos sectores, en especial en las planicies aluviales, aparecen materiales más finos y en algunos casos más plásticos (SM y SC, respectivamente). Por último, en los mallines, los materiales suelen ser Pt (suelos altamente orgánicos) y OL, limos orgánicos con arcillas limosas orgánicas.

En líneas generales, todos los sedimentos cuaternarios son relativamente inestables si se encuentran en zonas de pendientes sobre roca relativamente fresca, tal como ocurre en las bardas. Las capacidades portantes de los sedimentos en la mayor parte de la región no son buenas en los primeros 20-30 cm debido a que los sedimentos se hallan edafizados y generalmente son de origen eólico. En los sedimentos Pt y OL las capacidades portantes son muy bajas porque son muy plásticos y tienen asentamientos diferenciales ante esfuerzos y la deshidratación. Esta situación se observa principalmente en la zona de mallines de las planicies y terrazas fluviales y en la zona distal de abanicos aluviales.

Los elementos que condicionan la estabilidad de los taludes rocosos de la zona tienen gran variabilidad debido a que afloran varios tipos litológicos con diferentes características geomecánicas. Las sedimentarias tienen líneas de debilidad representadas por la la estratificación y las fracturas, mientras que en las vulcanitas las líneas de debilidad son las diaclasas y las fracturas. Las combinaciones existentes entre orientación e inclinación de las líneas de debilidad y la forma y dirección respecto a las estructuras de las pendientes determinan que las condiciones de estabilidad sean muy variables de un sitio a otro del paisaje. Así, cuando coincide la dirección de los planos de debilidad con las pendientes, la posibilidad de movimientos se incrementa notoriamente. En el caso de la zona estudiada, si se tiene en cuenta que los estratos del Grupo Neuquén están generalmente subhorizonta-

les o inclinan levemente al sur, la situación antes aludida es menos significativa.

Los elementos que condicionan la estabilidad de los taludes en sedimentos cuaternarios dependen de varios factores, entre otros: a) el espesor, b) el contenido de humedad, c) la forma de la ladera, d) el tipo de sedimento, e) características de los planos de debilidad y f) características del sustrato rocoso. Los sedimentos de las laderas son generalmente gruesos (aluvio-coluviales) mezclados en proporciones variables con materiales arenosos eólicos.

Las superficies de las pendientes en las que se asientan los sedimentos cuaternarios generalmente son rocosas, abruptas e inclinadas. Entre el sustrato y los depósitos tiende a circular el agua hipodérmica, la que reduce el esfuerzo de corte. Todas estas características determinan que las laderas sean potencialmente inestables. Los ángulos de reposo de los materiales inconsolidados varían en función de numerosos factores, entre los que destacan la presencia de materiales finos que brindan cohesión a los más gruesos y la cobertura vegetal. En general, depósitos cuaternarios gruesos como los presentes en la mayor parte de la región suelen tener ángulos de reposo que varían entre 35° y 30° aproximadamente. En consecuencia, cualquier pendiente labrada en sedimentos de este tipo, de mayor inclinación, debe ser considerada como potencialmente inestable. La presencia de un sustrato rocoso por debajo de los depósitos a poca profundidad reduce considerablemente el ángulo de reposo.

## GEOMORFOLOGÍA

La región se caracteriza por poseer un paisaje labrado esencialmente por la acción fluvial. Asimismo, el proceso volcánico ha sido importante, al formarse extensas planicies lávicas vinculadas a las diferentes coladas. Dentro de la acción del agua es posible diferenciar tres conjuntos. Uno asociado al río Colorado, integrado por terrazas y planicie aluvial; otro conformando un relieve de denudación desarrollado en los afloramientos de sedimentitas cretácicas con predominio de geoformas erosivas, integrado por pedimentos y badlands entre otros y, finalmente, un conjunto, más antiguo, compuesto por planicies estructurales, que constituyen el típico paisaje patagónico extraandino de extensas "mesetas". El proceso eólico ha sido comparativamente menos importante desde el punto de vista del modelado, si bien la participación de material eólico (cenizas retransportadas y arenas) como material originario de los suelos, es fundamental. La acción eólica sólo se expresa como una serie de dunas de pequeñas dimensiones ubicadas en las terrazas y planicies fluviales, planicies estructurales y en los abanicos aluviales.



21. Panorama del área occidental de posible expansión urbana en la terraza del río Colorado. Al fondo bardas y afloramientos del Grupo Neuquén.



En función de la acción diferencial de los procesos morfogenéticos han sido cartografiadas 10 unidades geomórficas:

1. Terrazas fluviales
2. Planicies aluviales
3. Vías de avenamiento secundario (Cañadones)
4. Bajos
5. Taludes aluvio-coluviales
6. Abanicos aluviales
7. Pedimentos y *badlands*
8. Planicies estructurales
9. Relieve erosivo en las sedimentitas cretácicas
10. Planicies estructurales lávicas

#### TERRAZAS FLUVIALES Y PLANICIES ALUVIALES DEL RÍO COLORADO

Han sido reconocidos dos niveles principales de Terrazas fluviales en el valle del río Colorado, sobre las cuales se implanta una parte de la urbanización. El nivel principal de terraza fluvial presentan una desnivel de alrededor de 3 m respecto del nivel medio del río. Por su parte, la planicie aluvial del río Colorado presenta una extensión considerablemente menor a las terrazas, si bien el desarrollo de la misma, en algunos sitios puede superar los 100 m de ancho. El río Colorado muestra un hábito anastomosado con numerosas barras transversales que actúan como islas transitorias separados por varios cauces secundarios que se integran con el cauce principal, los que solo llevan agua en respuesta a grandes lluvias. Los depósitos suelen ser gruesos, tanto en las terrazas como en la planicie aluvial. El régimen estacional de lluvias implica marcadas variaciones de caudal en los cursos, lo que da lugar a frecuentes inundaciones sobre las planicies y fenómenos erosivos sobre los niveles de terrazas. En las terrazas son frecuentes los mallines (bajos anegables), los que alcanzan en algunos casos dimensiones considerables. En las terrazas las pendientes son muy bajas y el relieve subhorizontal. En general son de muy baja actividad morfodinámica y, por lo tanto, alta estabilidad geomorfológica, salvo en el sector de la escarpa de erosión donde es alta la actividad.

#### VÍAS DE AVENAMIENTO SECUNDARIO (CAÑADONES)

En los Cañadones dominan los procesos erosivos, siendo las formas depositacionales poco considerables. Las pendientes longitudinales de los Cañadones son altas. Estos muestran una activa morfodinámica. En todas estas geoformas, los niveles freáticos se encuentran próximos a la superficie o incluso afloran durante parte del año. Consecuentemente, los anegamientos son comunes, tanto por desbordes de los cursos fluviales como por efecto de ascensos freáticos. Tienen sus nacientes al pie de la

barda sur, a partir de numerosas aguadas (manantiales) por las que surge el agua colectada tanto en la planicie estructural como en la planicie lávica. Los Cañadones atraviesan la zona poblada y tienen moderada sinuosidad. Permanecen secos la mayor parte del tiempo (régimen efímero) trayendo mucha agua como respuesta a precipitaciones intensas. Desembocan en el río Colorado, presentando numerosos resaltos en el perfil longitudinal, hecho motivado por el control estructural ejercido por los afloramientos del grupo Neuquén. Los materiales acarreados por los Cañadones son esencialmente areno-gravillosos. En las principales vías de avenamiento son frecuentes los mallines (bajos anegables), los que alcanzan en algunos casos dimensiones considerables. En particular destacan los Cañadones llamados este y oeste que marginan la zona más densamente poblada, constituyendo el principal factor de peligrosidad natural que afecta a Rincón de los Sauces, junto a las inundaciones del río Colorado. En algunos casos los Cañadones han disectado fuertemente a las areniscas cretácicas constituyendo pequeñas gargantas de varias decenas de metros de profundidad, como se observan especialmente al oeste de la población. En los tramos superiores, cerca de la barda, los Cañadones son menos profundos y parecen estar más integrados al drenaje que formó los pedimentos.

#### TALUDES ALUVIO-COLUVIALES

Las pendientes aluvio-coluviales son formas erosivo-depositacionales en las cuales el escurrimiento superficial y la remoción en masa han retrabajado los depósitos sedimentarios, , tufíticos y volcánicos preexistentes. Se disponen en las partes altas de las bardas, al sur de Rincón de los Sauces marginando las planicies estructurales. Poseen pendientes moderadas a altas, relieve ondulado a suavemente ondulado con frecuentes Cañadones y cárcavas disectando la superficie en los que se concentra la morfodinámica actual. Se localizan en cotas aproximadas comprendidas entre 900 y 800 m en el caso de las planicies estructurales con rodados cementados y a cotas algo inferiores para las planicies lávicas.

#### ABANICOS ALUVIALES Y BAJADAS

Los Abanicos aluviales se disponen al pie de las formas de erosión (Planicies estructurales, Relieve erosivo en las sedimentitas cretácicas y Pedimentos y *badlands*) así como sobre las litologías que conforman el Grupo Neuquén. Están asociados a cursos semipermanentes que escurren desde las planicies estructurales que se han labrado en esta última formación. Los depósitos de los abanicos aluviales son gruesos, poco seleccionados y poco consolidados. Intercalados suelen aparecer lentes arenosos y con menor frecuencia, limosos. Posee pendientes bajas a





Cañadón oeste en las cercanías de su desembocadura en el río Colorado



Vista del Cañadón oeste en la zona urbanizada periférica en la que se observan badenes y la localización de viviendas en sus márgenes. Al pie de las casas afloramientos de rocas cretácicas.



Otra vista del Cañadón oeste en la zona urbanizada en la que se observa la localización de viviendas en sus márgenes. Al pie de las casas afloramientos de rocas cretácicas.



Erosión lateral del río Colorado en la zona urbana. Obsérvese planicie aluvial y material rocoso utilizado para proteger las márgenes.



Barrio 26 de Abril sobre Cañadón oeste en la que se observan las viviendas en sus márgenes.



Viviendas precarias ubicadas en el mismo Cañadón oeste cerca de sus nacientes. Las mismas se ubican en una zona de gran peligrosidad natural.

moderadas y relieve subhorizontal, levemente inclinado aguas abajo. La morfodinámica es alta y, por lo tanto lo es también la inestabilidad geomorfológica. Los sectores donde coalescen varios abanicos aluviales han sido identificados como bajadas aluviales, compartiendo todos los caracteres antes señalados. Una parte considerable de la zona más urbanizada de Rincón de los Sauces se ubica en esta unidad.

#### PLANICIES ESTRUCTURALES, RELIEVE EROSIVO EN LAS SEDIMENTITAS CRETÁICAS Y PEDIMENTOS Y BADLANDS

En las diferentes litologías pre-cuaternarias se han labrado una serie de geoformas que muestran un marcado control estructural debido a las características litológicas. Así, en el Grupo Neuquén (y en parte en el grupo Malargüe, en zonas aledañas) pueden diferenciarse dos unidades geomorfológicas diferentes: 1) Planicies estructurales, 2) Relieve erosivo y 3) Pedimentos. Debido al control estructural realizado por los estratos subhorizontales, que componen estas unidades geológicas y relacionadas a la erosión hídrica en tiempos probablemente inicio-glaciares, se han formado dos niveles de Planicies estructurales. Los mismos se ubican al sur de la localidad de Rincón de los Sauces, en cotas de más de 900 m alcanzando un gran desarrollo areal. La morfodinámica actual y el relieve relativo son bajos, salvo en los sectores marginales coincidiendo con las nacientes de cárcavas y Cañadones. La erosión eólica es importante en los casos en que la cobertura vegetal y edáfica pueda encontrarse degradada. Presentan una cobertura de rodados que suele superar los 5 m de potencia, con cementación calcárea y yesífera.

El Relieve erosivo en sedimentitas cretácicas se dispone entre el nivel del barda y el de la terraza superior del río Colorado. La pendiente del terreno en general toma valores superiores a los 40° y la vegetación es escasa o nula y predominan los afloramientos rocosos, los que controlan la forma de las pendientes y las disposición de los cursos que lo disectan. Como consecuencia de la meteorización física es común la presencia de una importante cobertura detrítica. Esta puede ser movilizadada por acción de la gravedad, dando lugar principalmente a caídas, flujos y deslizamientos de pequeñas dimensiones, procesos que se ven favorecidos por el elevado gradiente de las pendientes y por el grado de diaclasamiento que posee la unidad litológica sobre la que se ha desarrollado esta forma. Como unidad presenta pendientes y relieve relativo alto; alta morfodinámica e inestabilidad del paisaje.

Finalmente, se encuentran los Pedimentos que ocupan la mayor parte del plano inclinado que vincula la barda con el piso del valle. Los pedimentos son formas poligenéticas labradas esencialmente por la erosión hídrica difusa a la que se suma la meteoriza-

ción de la roca aflorante. Consecuentemente, se forma un paisaje con suave inclinación aplanado, en el que la erosión ha disectado o biselado los afloramientos rocosos. Actualmente es una geoforma estable, en la que los principales procesos actuantes son la deflación eólica y el escurrimiento difuso. En algunos sectores la erosión hídrica de los Cañadones ha disectado a su vez a los pedimentos erosionando fuertemente a las rocas cretácicas. En este caso se ha formado un relieve muy quebrado denominado generalmente como *badlands* o *huayquerías*. En la parte más elevada de la población, hacia el sur, se encuentra bien representado este ambiente, que se caracteriza por una intensa morfogénesis.

#### PLANICIES ESTRUCTURALES LÁVICAS

En la zona oriental se localiza esta unidad labrada en las volcanitas cenozoicas. Forma un nivel mesetiforme en cotas cercanas a los 700 m. En este sector, los basaltos neógenos se disponen por encima de las sedimentitas del Grupo Neuquén. En las escarpas laterales que marginan las volcanitas se observan conos de talud y deslizamientos de escasa magnitud. Su morfología se debe esencialmente al flujo de lavas y a su estabilización por enfriamiento, tratándose por lo tanto, de una geoforma de origen endógeno. Las lavas habrían provenido de una serie de pequeños aparatos volcánicos localizados hacia la zona del Auca Mahuida. La morfodinámica actual es muy baja en la superficie, destacando sólo la acción eólica.

#### BAJOS

Los bajos son una geoforma frecuente en toda la Patagonia extraandina, habiéndose señalado diferentes orígenes para los mismos (Fidalgo, 1973). Al sur de la zona estudiada, sobre ambos márgenes del sector cartografiado se encuentran dos bajos de dimensiones considerables. Al oeste, en la planicie estructural, se ubica el Bajo de las Casas y más al oeste, fuera del área mapeada, el Bajo de los Choiques. Poseen un importante desnivel respecto del nivel de la planicie, aflorando, en los flancos y en el piso las sedimentitas del Grupo Neuquén y del rocanense. Por su parte, al este, en la planicie lávica, se encuentra el Bajo de la Ollada, de menor profundidad. En este es posible observar la disyunción columnar de los basaltos. En ambos casos el origen de los bajos parecería relacionarse a un fenómeno de inversión de relieve vinculado a la presencia de una roca subyacente más friable. En estas depresiones se forman pequeñas lagunas temporarias.

La remoción en masa es un proceso generalizado en la región (aunque por la escala no ha sido cartografiado), que afecta a las diferentes litologías aflorantes (particularmente al Grupo neuquén y a los Basaltos Neógenos). Una serie de factores coadyuvan para hacer posible esta situación: un relieve relativo





Curva del río Colorado aguas arriba de la localidad de Rincón de los Sauces. En segundo plano bardas.



Área de la toma de aguas del canal de riego en el río Colorado



Zona de salida del canal de riego al río Colorado, al este de la zona urbanizada.



Desembocadura del Cañadón este en el río Colorado. Obsérvese importante erosión realizada por el mismo en períodos de crecidas.



Viviendas precarias ubicadas en el mismo Cañadón oeste cerca de sus nacientes. Las mismas se ubican en una zona de gran peligrosidad natural.



Otra vista de viviendas precarias y basurales sobre Cañadón este. Nótese efectos de la erosión lateral al pie de las viviendas.

elevado, una cobertura vegetal no demasiado importante, la existencia de grandes precipitaciones pluviales y la presencia de una importante cobertura detrítica tapizando las pendientes susceptibles de ser movilizadas por la acción de la gravedad. Esta cobertura se debe principalmente a procesos de meteorización física. El resultado de la remoción en masa ha sido entonces una generalizada inestabilidad de las pendientes, esencialmente aquellas rocosas, que ha tenido un importante papel al interferir en la pedogénesis. Al proceso de reptaje, que se materializa en una carpeta de detritos y ocasionalmente en conos de deyección, se suman frecuentes deslizamientos planares y rotacionales, caídas de rocas y debris flows, si bien en todos los casos se trata de movimientos de pequeñas dimensiones. Los primeros afectan básicamente a los afloramientos rocosos (generalmente debilitados por la acción previa de los hielos). Los flujos densos, principalmente los debris flows se asocian a la acción fluvial en los abanicos aluviales y conos de deyección, estos últimos que conforman el talud aluvio-coluvial.

## HIDROLOGÍA SUPERFICIAL

La localidad de Rincón de los Sauces se sitúa sobre el valle del río Colorado caracterizado por un relieve de mesetas escalonadas de gran amplitud y poca altura relativa. Las mismas son atravesadas por cauces efímeros que constituyen el desagüe natural de la Sierra de Auca Mahuida. Estos rasgos, junto con las aguadas presentes en la zona, son los elementos principales de la hidrografía del área que serán tratados en el presente capítulo.

El Río Colorado nace a 835 m sobre el nivel del mar en la confluencia de los ríos Grande y Barrancas en el extremo Norte de la Provincia del Neuquén ( $36^{\circ}52'13''$  S/ $49^{\circ}45'36''$  O). Tras un recorrido de 922 Km en dirección NO-SE desagua en el Océano Atlántico sin recibir aportes significativos. Su paso se extiende por las provincias de Mendoza, Neuquén, La Pampa, Río Negro y Buenos Aires. A partir de la confluencia, el río se comporta como alóctono recibiendo sólo algunos afluentes temporarios o efímeros. Presenta un régimen estacional, producto de la alimentación por fusión nival originada en la cuenca activa. El estiaje ocurre en invierno y su máximo caudal se observa en los meses de diciembre y enero.

El área de la cuenca imbrífera es de aproximadamente  $15.300 \text{ km}^2$ , siendo el área total de la cuenca de  $47.459 \text{ km}^2$ . Localmente, el valle se extiende por unos 15 Km, limitado por el Desfiladero Bayo aguas arriba, y la garganta Las Torrecillas aguas abajo. Presenta su máximo ensanchamiento en el sector medio, donde alcanza los 3,5 Km. Su ancho por lo general

oscila entre 150 m y 500 m, con una profundidad media de 2 m. En este tramo, el río baja describiendo amplios meandros sobre una planicie aluvial flanqueada por terrazas o por abruptas escarpas, cambiando continuamente de lecho, especialmente después de las crecientes estivales. La pendiente del río en la zona es de 0,2%.

Según datos de estadística hidrológica de la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación para la estación de aforos de Buta Ranquil, la serie de registros diarios desde 1940 hasta el 30 de junio de 2010, presenta un caudal medio anual de  $149,83 \text{ m}^3/\text{s}$ , siendo el derrame medio anual de  $4.679 \text{ hm}^3$ . (Figura 9) El derrame máximo anual es de  $9.151 \text{ Hm}^3$  (ciclo 1982-1983), mientras que el derrame mínimo registrado es de  $1668 \text{ Hm}^3$  y corresponde al ciclo hidrológico 1968-1969. En la Tabla 2, se indican los valores de caudales promedios mensuales y caudales instantáneos máximos y mínimos mensuales para el año calendario 2010. El caudal promedio fue a lo largo de los 50 años analizados de aproximadamente  $116,42 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Si bien se trata de un río de régimen nival, algunos años presenta crecidas pluviales entre febrero y agosto. Estas crecidas pueden ser importantes en cuanto al caudal instantáneo, superando los  $500 \text{ m}^3/\text{s}$ , sin embargo debido a su corta duración, no ocasiona efectos de importancia. En febrero de 1997, sucedió un evento muy recordado por el impacto en las áreas petroleras implantadas sobre las cuencas aluvionales que descargan al río y porque afectó la calidad de sus aguas. En esa oportunidad se evidenció una importante crecida del río en la zona de Rincón de los Sauces estimada entre 700 a  $900 \text{ m}^3/\text{s}$ .

La conductividad eléctrica, como medida indirecta de la salinidad del río presenta variaciones a lo largo del año. En términos generales se reduce con la crecida, que oscila entre octubre y febrero y se incrementa con los caudales bajos de los restantes meses. En la Figura 10 se muestran registros diarios de conductividad eléctrica tomados en el río Colorado, estación de Puente Dique—Punto Unido, por el Ente Provincial del Río Colorado (La Pampa), correspondientes al año 2010.

Los registros de sólidos disueltos totales, (SDT) son relativamente altos y variables, aumentando fuertemente en los períodos de crecida así como con las precipitaciones que activan las cuencas aluvionales tributarias. A partir del año 1988, el Comité Interjurisdiccional del Río Colorado (COIRCO) por medio de una red de estaciones, se encarga del monitoreo de las condiciones ambientales de la cuenca. Los datos presentados (tablas 3 y 4) pertenecen a la estación C3, área de Desfiladero Bayo ( $37^{\circ} 21' 57''$  S y  $69^{\circ} 00' 55''$  O), obtenidos durante el año 2010.

Según el informe anual emitido por COIRCO en el ciclo 2010, se observaron marcados incrementos en





Efectos de la erosión lateral al pie de las viviendas sobre el Cañadón oeste.



Efectos de la erosión lateral al pie de las viviendas sobre el margen sur del río Colorado. La zona presenta una muy alta peligrosidad. La vivienda se encuentra ya descalzada, no pudiendo ser ocupada.



Guanaco en la zona del Auca Mahuida, al sudeste de Rincón de los Sauces.



Pasarela sobre el Cañadón oeste. En esta zona el mismo posee un ancho considerable.

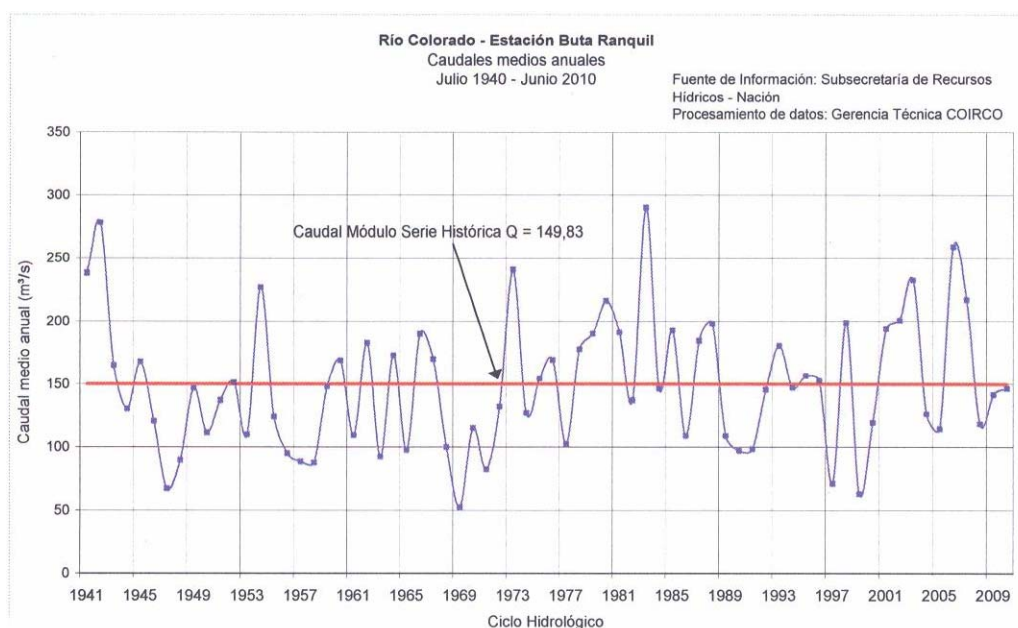


Figura 9. Serie de ciclos hidrológicos del río Colorado en la estación de aforos de Buta Ranquil.

las concentraciones de arsénico, bario, boro, cinc, cobre, cromo, níquel, plomo y vanadio. De cualquier modo, las concentraciones de las diversas sustancias investigadas no superaron los respectivos valores guía o niveles de efecto probable. Por lo tanto el agua de río Colorado continua siendo apta para su uso como fuente de agua potable, en irrigación, ganadería y como medio para el desarrollo de la vida acuática.

Las cuencas de aporte superficial en las que se incluye la comarca están limitadas hacia el SE por el volcán Auca Mahuida, hacia el SO por niveles mesetiformes del grupo Neuquén y hacia en O por el Desfiladero Bayo. La geometría de la cuenca es aproximadamente rectangular, con una longitud de 30 Km y un ancho medio de 12 Km. Su eje mayor se dispone en dirección NO-SE, siendo el sector central más angosto y con mayor pendiente que los extremos. Ocupa un área aproximada de 350 Km<sup>2</sup> (Figura 11). El desnivel

existente entre las zonas más elevadas y la desembocadura es de 350 m a 400 m aproximadamente. La pendiente de la cuenca buza hacia el N, en el sector central alcanza los 45 m/Km y hacia el E se hace mas suave rondando los 25 m/Km. Se compone principalmente de cursos efímeros que forman una red de drenaje relativamente densa, integrada en un colector único: el río Colorado.

La mayoría de los cauces son desagües de las aguas pluviales que, activos durante eventos de precipitación, quedan secos el resto del tiempo. Sus nacientes se encuentran en la meseta al SO del área, y en de las unidades basálticas ubicadas al SE, aproximadamente a unos 900 m.s.n.m. La red de drenaje está bien desarrollada, constituida por cursos que bajan subparalelos con dirección S-N en el extremo O y, SO-NE en el sector oriental. Presenta características juveniles, con un diseño dendrítico de cauces encajonados que erosionan acti-

Caudales mensuales en Buta Ranquil [m <sup>3</sup> /s] – Año 2010												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
<b>Máximo instantáneo</b>	318	186	128	92	-	89	80	-	103	274	170	128
<b>Promedio mensual</b>	251	135	106	86	81	79	75	73	82	174	147	108
<b>Mínimo instantáneo</b>	194	112	95	80	-	73	69	-	71	99	126	91

Los valores máximos y mínimos se refieren a registros instantáneos. Se usan fórmulas HQ, de utilidad para la gestión operativa en la cuenca.

Los promedios mensuales corresponden a los promedios de los valores medios diarios.

Tabla 2: Caudales mensuales, estación de aforo Buta Ranquil, año 2010



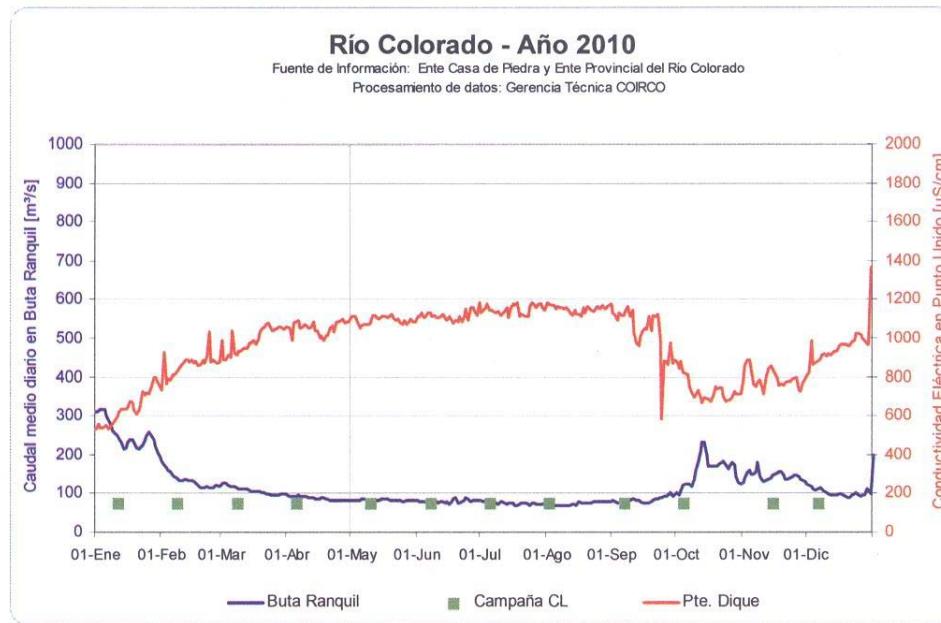


Figura 10. Variación diaria del caudal y la conductividad eléctrica, en las estaciones de Buta Ranquil y Pte. Dique Punto Unido - Año 2010.

vamente las sedimentitas continentales del Gr. Neuquén o remobilizan el material Cuaternario y Terciario.

En la localidad de Rincón de los Sauces, las aguas superficiales descienden de la barda través de dos canales principales: los Cañadones Este y Oeste. Am-

bos Cañadones, poseen una capacidad de conducción limitada, notándose desbordes laterales para eventos de tormenta considerables. Este efecto resulta mucho más notorio en el Cañadón E; el Cañadón O presenta una mejor conformación relativa a los caudales gene-

Tabla 3 - Parámetros medidos *in situ* en la Estación CL 3 (Río Colorado, Desfiladero Bayo, sector petrolero aguas arriba de Rincón de los Sauces, margen derecha, Pcia de Neuquén) en el período Enero 2010-Diciembre 2010

Parámetros medidos <i>in situ</i>	Campañas											
	1 (11/01/10)	2 (08/02/10)	3 (08/03/10)	4 (05/04/10)	5 (10/05/10)	6 (07/06/10)	7 (05/07/10)	8 (02/08/10)	9 (06/09/10)	10 (04/10/10)	11 (15/11/10)	12 (06/12/10)
Hora	15:31	14:34	14:49	14:42	14:19	15:02	15:38	14:48	13:33	14:06	14:03	13:5
pH	6,90	8,15	8,28	8,27	8,37	8,4	8,31	8,08	8,38	8,18	8,17	8,04
Temperatura agua (°C)	19,57	19,0	20,30	13,47	8,98	7,31	6,75	3,37	12,03	11,28	17,10	20,5
Temperatura del aire (°C)	33,0	33,5	29,0	21,0	17,0	10,5	11,0	9,0	21,5	23,0	19,0	33,1

Tabla 3: Parámetros *in situ* del río Colorado, medidos aguas arriba de RDLS, en el área Desfiladero Bayo- Año 2010

Tabla 2.15 - Concentraciones de metales y metaloides en la columna de agua (µg/L) en la estación CL 3 (Río Colorado a la altura de Desfiladero Bayo) en el período Enero 2010-Diciembre 2010

Metal/ metaloides (µg/L)	Campañas											
	1 (11/01/10)	2 (08/02/10)	3 (08/03/10)	4 (05/04/10)	5 (10/05/10)	6 (07/06/10)	7 (05/07/10)	8 (02/08/10)	9 (06/09/10)	10 (04/10/10)	11 (15/11/10)	12 (06/12/10)
Arsénico	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Cadmio	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Cinc	9±1	26±3	3±1	2±1	<2	4±1	13±2	<2	<2	7±1	2±1	15±1
Cobre	5±1	4±1	5±1	3±1	3±1	3±1	<2	2±1	3±1	9±1	5±1	4±1
Cromo	<1	<1	<1	<1	2,7±0,2	<1	<1	4±1	4±1	4±1	4±1	<1
Mercurio	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Molibdeno	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Níquel	10±1	<5	<5	<5	<5	7±1	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Plomo	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Selenio	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2

Tabla 4: Concentración de metales y metaloides en la columna de agua, del río Colorado, área Desfiladero Bayo, año 2010.

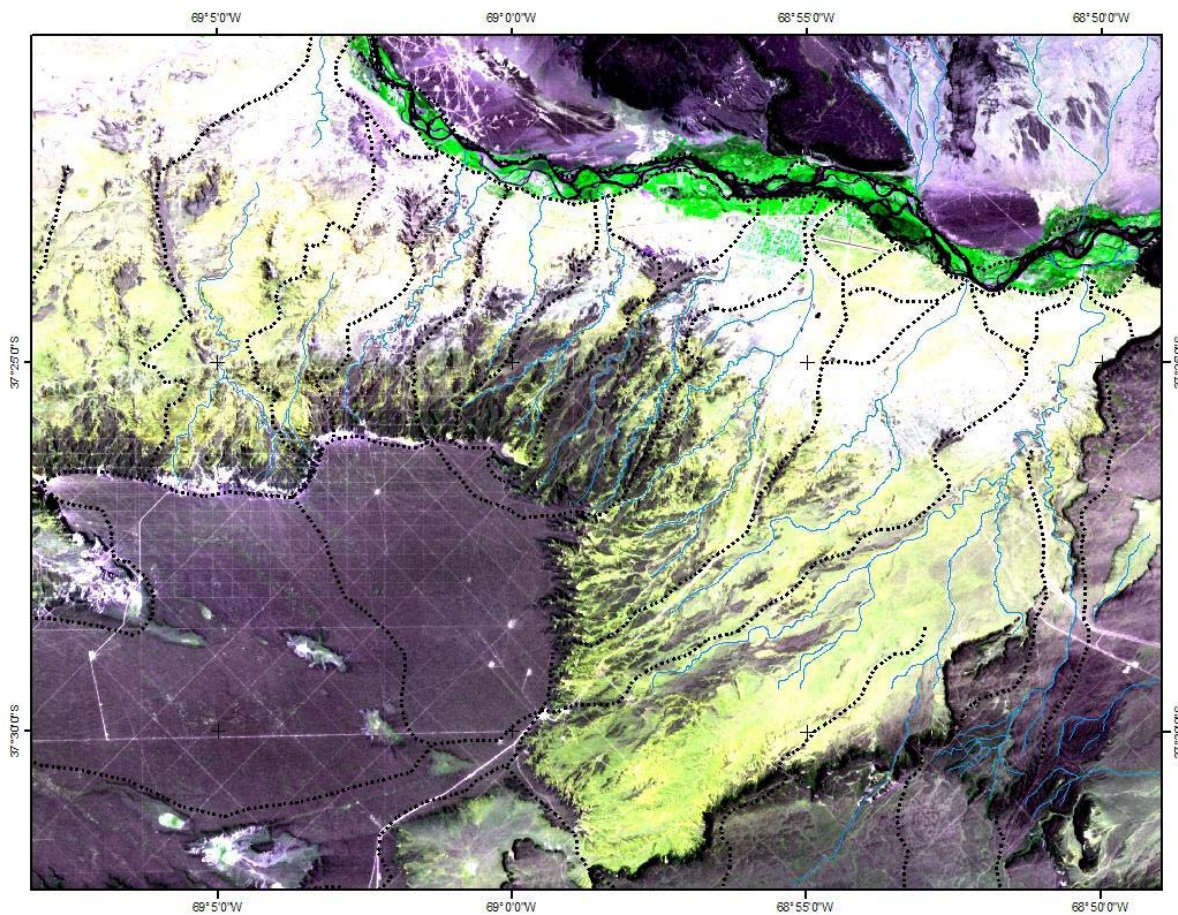


Figura 11. Cuenca de aporte superficial (parte de la misma). Con línea punteada negra se distinguen las divisorias entre sus cuencas. Obsérvese como en el vértice SO el material presente niveles mesetiformes es removilizado aguas abajo. En el extremo SE los basaltos del Auca Mahuida.

rados por su propia cuenca. La ciudad presenta un importante grado de vulnerabilidad asociada a su ubicación relativa respecto de los Cañadones y del río Colorado. Es importante destacar que Rincón de los Sauces se ubica en la zona de descarga del sector de mayores pendientes de la cuenca aluvional.

En relación a la calidad del agua, las aguas se cargan en su trayecto a través del Grupo Neuquén de sales, y presentan elevados valores de SDT (Sólidos Disueltos Totales). A lo largo de este tramo, las posibles fuentes de contaminantes se relacionan con las actividades petroleras y algunas descargas de centros urbanos. Sin embargo, es posible que los procesos naturales causen altos niveles de metales debido a procesos de evaporación, erosión/disolución de evaporitas.

Según Holmberg (1962), se consideran aguadas aquellas fuentes de agua que, aunque de escaso caudal, han sido represadas por los pobladores para bebida de los animales y en algunos casos humana, o que por lo menos revisten la suficiente importancia como para serlo. Las aguadas ubicadas al sur del Río Colorado, forman una faja más o menos definida a mitad de camino entre el río y la meseta, en coincidencia con un importante escalón erosivo en la zona.

Se distinguen aguadas de dos tipos: transitorias y permanentes. Las primeras, son menos frecuentes y se generan donde existen hondonadas o bajos de perfil suave en cuyo centro las aguas pluviales han depositado una capa relativamente impermeable que detiene las aguas producto de precipitación por un tiempo. En general la intensa evaporación hace que estas desaparezcan después de 15 días de una lluvia copiosa. Las segundas emergen donde el nivel freático es interceptado por el relieve. Algunas, por ejemplo, surgen directamente del lecho de los Cañadones y otras del pie de las bardas basálticas.

El origen del agua es aparentemente múltiple, por un lado corresponden a aguas de infiltración que son detenidas y reguladas por grietas de las rocas eruptivas y sedimentarias que aportan diferentes contenidos de sales. Además es innegable la influencia de las precipitaciones ya que después de una lluvia importante y, transcurrido un lapso variable de entre cuatro y quince días (según la posición de la aguada), se produce el aumento de caudal. En general la cantidad de agua disminuye notablemente en verano.

La posición de las aguadas dentro de cada uno de los ambientes estratigráficos de la región, deter-

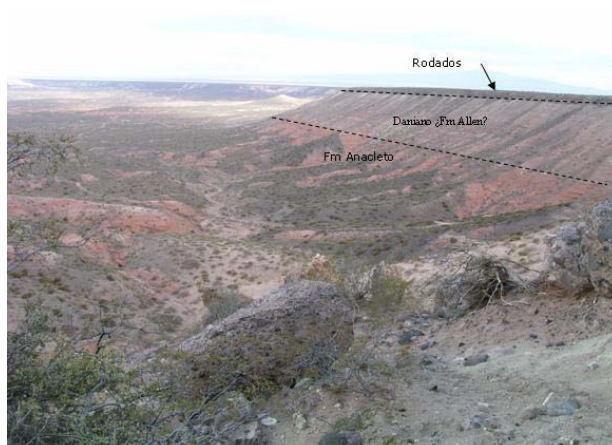




Campo de olivares sobre el margen sur del río Colorado al oeste de Rincón de los Andes sobre un nivel de terraza fluvial.



Pueden observarse terrazas fluviales en ambas márgenes del río Colorado y la sinuosidad del mismo en esta zona.



Puesto Aguada La Barda, vista hacia el este.



Detalle del contacto entre Fm Plottier y Fm Bajo de la Carpa en la región de Puesto Hernández, Rincón de los Sauces, provincia del Neuquén.



Puesto Aguada La Barda. Rodados sobre sedimentitas terciarias (por fuera del área de estudio). Se forma una vertiente en el contacto.

mina su contenido en sales y por lo tanto su calidad intrínseca. En los niveles topográficos inferiores se observa un aumento de la salinidad. La calidad en general es regular a mala. Las concentraciones de cloruros, sulfatos y STD en todas las vertientes monitoreadas, son sustancialmente mayores a las del Río Colorado.

## HIDROGEOLOGÍA

El estudio de la hidrogeología reviste particular importancia para esta región, donde se registra un marcado déficit hídrico anual y, el recurso superficial está concentrado en un cauce único. Particularmente, Rincón de los Sauces a la fecha de realización de este informe presenta serios problemas de abastecimiento de agua potable, tanto por caudales insuficientes como por la alta salinidad del agua.

El presente capítulo se realizó mediante análisis de información antecedente de distintas fuentes -detalladas en la bibliografía- y de la surgida de observaciones y datos de campo, obtenidos en la zona entre el 12 y el 22 octubre del 2011. Período durante el cual se censaron un total de 26 sitios; entre pozos, vertientes y puntos de agua superficial. Se efectuó también un estudio químico de las aguas, cuyos resultados serán expuestos y discutidos oportunamente en el anexo correspondiente.

### CARACTERIZACIÓN HIDROGEOLÓGICA

Se evidencia una compleja interacción entre las aguas subterráneas; distinguiéndose en el área, tres tipos de acuíferos: de Subálveo, de Meseta y Profundo. En este marco, pueden encontrarse rocas con características hidrogeológicas distintas: aquellas con porosidad primaria (sedimentarias) y aquellas con porosidad secundaria (ígneas). Las rocas con porosidad primaria afloran en la mayor parte del área, estando representadas por areniscas/arcillitas cretácicas, rodados pleistocenos y por depósitos del río Colorado. Los basaltos, presentes en el sector occidental, constituyen la única unidad con porosidad secundaria.

Las unidades hidrogeológicas diferenciadas son:

#### GRUPO NEUQUÉN

En la región aflora el Grupo Neuquén, en su sección superior. Son depósitos continentales fluviales, eólicos y lacustres someros, desarrollados en la Cuenca Neuquina en el Cretácico Superior (entre el Cenomaniano inferior y el Campaniano medio). Alcanzan en el área de estudio, un espesor comprendido entre 700m - 800m (Cazau y Uliana, 1973). En relación a la litología, se compone por una sucesión monótona de capas rojas (red beds)

de areniscas y fangolitas (Figura 12). El rumbo de los estratos es en general WSW-ENE con pendiente hacia el SSE, no mayor a 5°. Los afloramientos conforman un sistema de mesetas angostas y alargadas en sentido SW y NE que se escalonan desde el nivel basal de las bardas (aproximadamente a 800 m.s.n.m.) hasta el río Colorado (580 m.s.n.m.). Estas mesetas son a su vez recortadas por Cañadones y recubiertas de detritos.

Desde el punto de vista hidrogeológico, la unidad constituye el rasgo de mayor importancia. Está conformada por secciones acuíferas (areniscas) y acuífugas (fangolitas) que alternan irregularmente, tanto a gran escala como a nivel intraformacional. La proporción relativa de cada granulometría varía de acuerdo al nivel estratigráfico, si bien las areniscas finas son más frecuentes, existen miembros con marcado predominio de arcillas y pueden encontrarse también bancos con fracciones gruesas. Por lo expuesto, el comportamiento del agua subterránea en esta unidad no es homogéneo y dependerá del nivel estratigráfico involucrado y de la relación particular del mismo con la topografía. Trabajos previos sobre acuíferos del Grupo Neuquén, encuentran caudales que varían entre 2.000 y 3.500 litros por hora, y aguas con tenores salinos relativamente altos, de entre 2000 y 7000 mg/l.

El Gr. Neuquén se subdivide en tres formaciones (Cazau y Uliana, 1973) que son presentadas a continuación de techo a base. Para un análisis mas claro, se han inferido las cotas de los techos de cada unidad (medidas en m.s.n.m.), no obstante es importante aclarar que estos son valores de carácter puramente interpretativo, sin estar sometidos a verificación.

La unidad inferior es la Formación Río Colorado. Estratigráficamente esta conformada por los Miembros Anacleto y Bajo de la Carpa, de comportamiento hidrogeológico equivalente. El Miembro Anacleto para el área de Rincón de los Sauces, ha sido medido en 150 m de espesor, encontrándose su techo a 830 m.s.n.m. Se compone de una sucesión predominantemente psamítica fina, presentando una secuencia basal integrada por cuerpos de granulometría variada. El Miembro Bajo de la Carpa de 40m de espesor, se conforma por depósitos arenosos, con interestratificación de pelitas, en ocasiones acompañados por delgadas láminas de evaporitas (yeso). Su techo estaría ubicado alrededor de los 680 m.s.n.m. Esta unidad es acuífera, con permeabilidad regular a buena. Se relaciona con el denominado acuífero «de meseta».

La Formación Río Neuquén, constituida por los Miembros Plottier y Portezuelo. El Mb. Plottier, presenta permeabilidades del orden de 10<sup>-2</sup> a 10<sup>-3</sup> m/día y un espesor aproximado de 60 m, su techo se encontraría a 640 m.s.n.m. aproximadamente. Siendo probable que actúe como, como un nivel





Puesto La Ollada, Vertiente en el contacto entre los basaltos y el Gr Neuquén.



Pozón de barrio YPF, con importante grado de salinización.



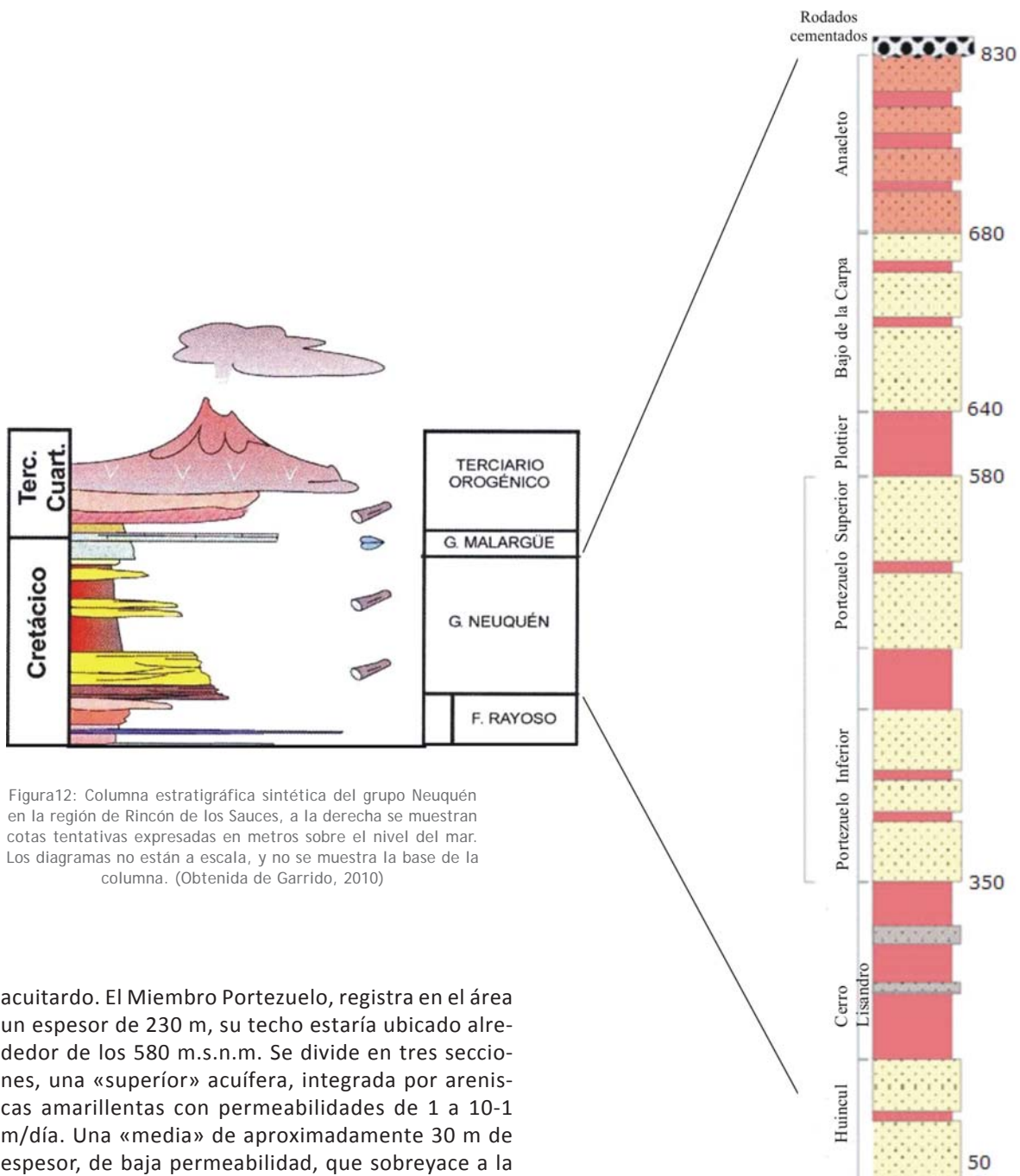
Perforación con molino, Puesto La Rinconada.



Puesto Aguada la Barda, vista hacia el Este. Aguada producto de una vertiente en el contacto entre los basaltos y las sedimentitas subyacentes.



Perforación privada en Rincón de los Sauces calles Palomo y Los Puesteros.



acuitardo. El Miembro Portezuelo, registra en el área un espesor de 230 m, su techo estaría ubicado alrededor de los 580 m.s.n.m. Se divide en tres secciones, una «superior» acuífera, integrada por areniscas amarillentas con permeabilidades de 1 a 10-1 m/día. Una «media» de aproximadamente 30 m de espesor, de baja permeabilidad, que sobreyace a la sección «inferior» acuífera, de características similares a la superior.

Finalmente, la Formación Río Limay es una unidad no aflorante. Su techo se halla alrededor de los 350 m.s.n.m. (aproximadamente -200 m desde la superficie del valle). En este sector de la cuenca de esta formación solo se encuentra el Mb. Lisandro y la parte superior del Mb. Huíncul. El Mb. Lisandro (fangolitas rojo violáceas con intercalaciones de areniscas medianas), se dispone en relación de concordancia sobre Huíncul, actuando posiblemente como nivel acuífugo confinante y como base impermeable para la unidad acuífera suprayacente. El Mb. Huíncul (areniscas amarillas) presenta una permeabilidad de mediano valor, siendo presumible-

mente acuífero, aunque sin mayor interés hidrogeológico debido a su profundidad.

#### RODADOS PATAGÓNICOS

Los rodados patagónicos están representados en el área por conglomerados bien consolidados, con cemento calcáreo-arenoso-yesífero, (Pie de Monte II, Holmberg 1964). Forman bardas cuya altura oscila entre los 3 y 4 m. Muestran una estratificación poco definida, próxima a la horizontal. La litología de los clastos es altamente variable, con presencia mayoritaria de rocas volcánicas básicas-mesosilíceas y plutónicas ácidas. El diámetro de los clastos no supera

30 cm. En el sector SO del área de estudio, estos depósitos apoyan como cubierta horizontal sobre el Grupo Neuquén, ocupando una zona de recarga.

La unidad posee importancia hidrogeológica, ya que conforman un medio favorable para la infiltración debido a sus características físicas que le confieren alta permeabilidad (104 a 102 m/día). La composición química de la cementación influye en la composición de las aguas. Se han encontrado vertientes en el contacto entre los rodados y sedimentitas terciarias (ubicadas en el extremo SO por fuera de la zona de estudio), que alumbran aguas de buena calidad.

#### *BASALTOS Y VOLCANITAS NEÓGENOS*

Ubicada al E del área, esta unidad corresponde a coladas de basaltos provenientes del Auca Mahuida, identificadas por Holmberg como «Basalto IV». Las grandes bardas horizontales de espesor uniforme, se caracterizan por poseer un centro macizo cortado por diaclasas, presentar poros y vesículas espaciadas irregularmente, y canalículos cuyas longitudes varían entre 3 y 4 cm. Estas características le confieren una elevada permeabilidad secundaria a la unidad, constituyendo una buena superficie de captación de precipitaciones. Se han encontrado vertientes en el contacto de la base del basalto y la unidad subyacente (Grupo Neuquén), particularmente en situación donde esta última presenta niveles de baja permeabilidad. No se cuenta con datos sobre parámetros hidráulicos para estos basaltos.

#### *DEPÓSITOS ACTUALES DEL RÍO COLORADO*

Apoyando sobre los sedimentos arenosos del Grupo Neuquén (probablemente en su Miembro Portezuelo), estos depósitos, están limitados lateralmente por barrancas de poca altitud. El aporte sedimentario de finos (limos, arcillas y arenas finas) es lateral, proveniente de las comarcas circundantes. Los gruesos (arenas medias/gruesas y gravas) son provistos por las cabeceras. El ambiente deposicional es de alta energía con diseño entrelazado.

El cauce, consiste en un depósito activo del orden de los 300 a 600 m de ancho y probablemente 10-20 m ¿? de profundidad, localizado dentro de una llanura de aluvial menos potente y más amplia del orden de los 1000 m de amplitud. Granulométricamente se observa heterogeneidad en los componentes sedimentarios: los gruesos (y con mejores perspectivas hidrogeológicas) se concentran en el cauce, presentando una disminución lateral del tamaño de grano hacia la llanura de inundación, donde predominan los materiales finos. A la vez, verticalmente existe una alternancia de gruesos y finos en concordancia con los períodos de crecidas y bajantes.

Los depósitos presentan valores extremos de permeabilidad sobre el cauce, de entre 700 y 10 m/

día. Mientras que hacia la llanura de aluvial pueden presentarse zonas carentes de gruesos, con permeabilidades inferiores a 0,1 m/d. En un perfil realizado en la intersección del Cañadón Este con la RP N°6, por «Red Ingeniería s.r.l.» (Año 2005), se encuentra un paquete sedimentario de 11m de arenas limosas, limos arenosos y limos arcillosos, apoyado sobre un nivel de gravas arenosas acuíferas. En este tipo de acuífero la calidad de las aguas subterráneas está íntimamente relacionada a la calidad de las aguas del río.

#### *ACUÍFEROS PRESENTES EN EL ÁREA*

El sistema de aguas subterráneas en el área de Rincón de los Sauces es complejo. Una forma de abordar su estudio es por medio de clasificaciones y separaciones que aportan claridad y constituyen un método para su descripción. En esta línea, se distinguen tres tipos de acuíferos, pero se enfatiza la idea «unidad funcional» en toda la componente subterránea, que a su vez es parte de un sistema hidrológico mayor.

Los acuíferos presentes en el área son:

- de Subálveo del Río Colorado
- de la Meseta
- Profundo

El primero y el segundo presentan características en común: ambos constituyen capas freáticas o libres, donde los niveles estáticos se hallan relativamente cerca de la superficie, a profundidades siempre menores de 20 metros. Por este motivo, poseen una alta vulnerabilidad a la contaminación.

#### *ACUÍFERO DE SUBÁLVEO DEL RÍO COLORADO*

El sistema acuífero álveo asociado al Río Colorado, muestra en planta- forma de faja y en corte transversal al rumbo del valle, una sección de letra «V». Los parámetros hidráulicos medios son:

- Transmisividad: 50 a 350 m<sup>2</sup>/día
- Permeabilidad: 5 a 30 m/día
- Coeficiente de almacenamiento: 4 a 0,01
- Caudal por pozo: 5 m<sup>3</sup>/hora
- Nivel estático: menos de 5 metros

La calidad del agua fluvial controla la del agua subterránea, produciéndose un desmejoramiento a medida que aumenta la distancia al curso. Posee un comportamiento dual, pudiendo ser efluente o influente con respecto al río, de acuerdo a la época del año y/o del hábito del cauce. En el tramo medio del río Colorado, debido a las condiciones de déficit hídrico casi permanentes, se comporta preferentemente como efluente (captador de agua del río). Aunque no se descarta que en condiciones de bajo caudal del río, el acuífero quede en posición hidráulica elevada y descargue sobre el cuerpo de agua. Es decir, que las variaciones estacionales en el caudal del río Colorado, es decir que afectan su dinámica.



El abastecimiento para la localidad de Rincón de los Sauces se obtiene de este acuífero. La explotación se lleva a cabo mediante pozos filtrantes, de gran diámetro y profundidades de alrededor de 10-12m. Las aguas obtenidas son de calidad aceptable, aunque con el tiempo y la explotación sostenida se observa una progresiva salinización. Los caudales alumbrados son variables, incluso entre pozos cercanos, resultando por lo general insuficientes. Al respecto de este último punto, en el yacimiento Puesto Hernández, -donde se necesitan importantes volúmenes de agua para inyección secundaria- se han inundando artificialmente algunos sectores sobre la margen S del río, por medio de canales desviados desde aguas arriba, asegurando de este modo la recarga permanente del subálveo.

Es interesante mencionar que, según datos geofísicos provenientes de S.E.V. (Sondeo Eléctrico Vertical) realizados por la consultora GeoComahue para el proyecto «Potasio Río Colorado», en un punto ubicado unos 10 km al noroeste de Rincón de los Sauces, muy próximo al cauce, se encontró desarrollo aluvial pobre, que «resulta insuficiente para producir un caudal útil para la explotación, teniendo en cuenta además las oscilaciones de nivel vinculadas al régimen fluvial».

También, en noviembre de 2011, al mismo tiempo que se realizaban las observaciones de campo para este informe, la empresa Hidroar S.A. llevó a cabo para Recursos Hídricos del Neuquén un estudio detallado sobre el subálveo, efectuando ensayos de bombeo y geofísica, con el fin de construir una nueva perforación para el Municipio. Los resultados de ese estudio, -con los que lamentablemente no se cuenta-, seguramente aclaran parte de las cuestiones aquí planteadas.

#### ACUÍFERO DE LA MESETA

En el ámbito de la meseta, el agua subterránea se almacena en los niveles permeables del Grupo Neuquén. Su litología, donde se intercalan depósitos de baja permeabilidad entre horizontes arenosos, presupone la existencia de varios sistemas acuíferos superpuestos, con conexión hidráulica en diferente grado. En el presente estudio se identificó la presencia de por lo menos dos niveles, superficiales y posiblemente interconectados. Sin descartarse la posible presencia de algunos niveles más.

El nivel acuífero superior, se encuentra en posición topográfica elevada por arriba del techo del Mb. Plottier (640 m.s.n.m.). Se comporta como capa libre, siendo su recarga local proveniente de las precipitaciones y directa, o a través de los rodados y basaltos. Estas aguas son las de mejor calidad relativa de las encontradas en el ámbito de meseta, con conductividades -de cualquier modo altas- del orden de los 3  $\mu\text{S}/\text{m}$ .

El movimiento del agua se verifica inicialmente en forma vertical desde la superficie a través de la Fm. Río Colorado hasta el contacto con depósitos de menor permeabilidad, desde donde el flujo estará condicionado por la pendiente. La descarga se produce hacia el nivel permeable subyacente, o por medio de vertientes en escalones donde la topografía corta las capas acuíferas. Se observa, por ejemplo, después de episodios de lluvias surgencia de agua a través de niveles de arenas en las paredes de Cañadónes. (Ej, Aguada Grande). La descarga se dirige hacia los Cañadónes y el valle del río Colorado.

El Mb. Plottier, constituiría el sustrato de baja permeabilidad de este nivel acuífero. Aunque la ausencia de estudios mas detallados, no permite asegurarlo. El grado de conexión hidráulica con el segundo nivel acuífero, también es desconocido. A opinión de quien escribe este informe, se esperaría a partir de las características litológicas del Mb. Plottier (mayormente arcillas) que la conexión fuera pobre, aunque existente.

El segundo nivel se desarrollaría en la sección superior del Mb. Portezuelo presentando, producto de su posición estratigráfica y topográfica, un comportamiento complejo. Por un lado, en el S del área, la unidad se encontraría a 300 m de profundidad, bajo carga litostática, con un posible grado de confinamiento. En el sector N, en cambio, por debajo de los 580 m.s.n.m. la unidad aflora o es cubierta por los depósitos permeables del Río Colorado, quedando de cualquier manera la capa acuífera libre. Por su posición topográfica en el valle, constituye un sector de descarga. Aunque ésta sería efectiva sólo cuando la relación hidráulica lo permitiera. (La altura hidrostática del acuífero debe ser mayor a la del río)

Existe además, de acuerdo a lo observado, relación hidráulica y química con el acuífero de subálveo, debido posiblemente a que las arenas y gravas de alta permeabilidad del cauce estarían apoyando directamente sobre los sedimentos permeables del Mb. Portezuelo Superior. Para este nivel acuífero, la recarga es indirecta a partir del nivel acuífero superior, en los sectores Sur y Centro del área (donde no aflora), y directa en el sector N a partir de las precipitaciones y el río.

En todos los niveles acuíferos encontrados en el ámbito de meseta el agua es salobre, producto de la evolución aniónica natural, de las condiciones de intensa aridez, pero principalmente de la composición del material sedimentario, que aporta sulfatos y cloruros. Se registra un aumento en la salinidad a medida que se desciende pendiente abajo, hacia las proximidades del río Colorado, hallándose tenores salinos mayores a los medidos en los sectores altos. (Valores de entre 4 y 6  $\mu\text{S}/\text{m}$ ). El agua no es apta para el consumo.

### ACUÍFERO PROFUNDO

Desde el punto de vista hidrogeológico, este nivel se caracteriza por:

- Poseer características de confinamiento.
- Recarga alóctona (no local)
- Aguas salobres.
- Tienen una vulnerabilidad menor a la contaminación.
- Estar sometido a condiciones físicas (presiones hidro- litostáticas) diferentes a las de la capa libre.

Se encontró una perforación («Rubilar1») de 150m de profundidad (boca de pozo 590m.s.n.m.) que intercepta un nivel acuífero a -120m de la superficie (470m.s.n.m.). A decir de sus dueños arroja excelentes caudales, pero de agua con baja calidad, altamente salina y que «se pone color oxidado al contacto con la luz». El agua era utilizada para una pileta de natación, teniendo que suspenderse su uso. Se midió para esta perforación un nivel estático de -14,3 m (medido en boca de pozo). Indicando un importante grado de confinamiento.

El sistema acuífero profundo no muestra una zona de recarga dentro del área de estudio. La misma puede darse hacia el NE en sectores donde la formación aflora o esté conectada al aporte superficial. Las zonas de descarga se ubican también fuera del área de trabajo. Siendo posible que la descarga se dé igualmente en sitios donde la unidad se encuentre conectada con un sistema acuífero más alto. Cabe aclarar, que no se descarta la presencia de niveles intermedios entre este «profundo» y el segundo nivel del acuífero «de meseta», ni la posible conexión entre diversos niveles, aunque no se cuenta con datos ni evidencia que avale su existencia.

### MODELO HIDROGEOLÓGICO

El modelo hidrogeológico propuesto de acuerdo a las observaciones en el área de estudio, se sintetiza a continuación (Figura 13). Las capas acuíferas se encuentran en intervalos arenosos del Grupo Neuquén, y en el subálveo del río Colorado. Los datos demuestran la existencia de por lo menos dos niveles acuíferos superiores presumiblemente conectados y

un tercero profundo, en condiciones de confinamiento. (Pudiendo existir mas niveles intermedios)

Las componentes del modelo sintético serian:

*Sector S, sobre afloramientos del Grupo Neuquén* (corte esquemático a cota 700 m.s.n.m.)

1. Zona no saturada: desde la superficie hasta el nivel freático, con un espesor de 20-15m.
2. Acuífero libre: desde la superficie freática hasta el nivel impermeable subyacente (Mb Plottier) involucrando la Formación Río Colorado. Conductividad 3000  $\mu\text{S}/\text{m}$
3. Acuitardo: Mb Plottier
4. Segundo nivel acuífero: unidad Portezuelo superior, sometida a presión litostática, seguramente con cierto grado de confinamiento.
5. Acuitardo: Portezuelo medio

De la infiltración en los sectores de recarga, calculada en 20mm anuales, parte descarga inmediatamente a través de vertientes, sin embargo en su mayoría va a recargar el acuífero libre. Desde allí el agua fluye verticalmente y pendiente abajo hacia los Cañadones y el valle del río, hasta llegar al nivel acuitardo subyacente (Mb Plottier). Un sector de descarga, se genera en las cercanías de este contacto -alrededor de la cota 640m.s.n.m., donde se observa una serie de vertientes y pozos. (Pto Aguada Grande, Pto Palomo, Pto Palomo II)

El Mb Plottier, por sus características granulométricas medias (arcillas con intercalaciones arenosas), permitiría el paso de agua, aunque a baja velocidad hacia el nivel permeable subyacente. El segundo nivel acuífero se desarrolla en el Mb. Portezuelo sección superior. Este acuífero por su posición, poseería cierto grado de confinamiento. La sección media de la Fm Portezuelo, ubicada a aproximadamente 520 m.s.n.m. (-180 m desde la superficie de este corte) actuaría como base del segundo nivel acuífero.

*Sector N, sobre cauce del río Colorado* (corte esquemático a aprox.580 m.s.n.m.)

- Zona no saturada: de alrededor de dos metros, variable según las condiciones del cauce.
- Acuífero libre (de subálveo): desarrollado en los depósitos del río Colorado. Espesor no

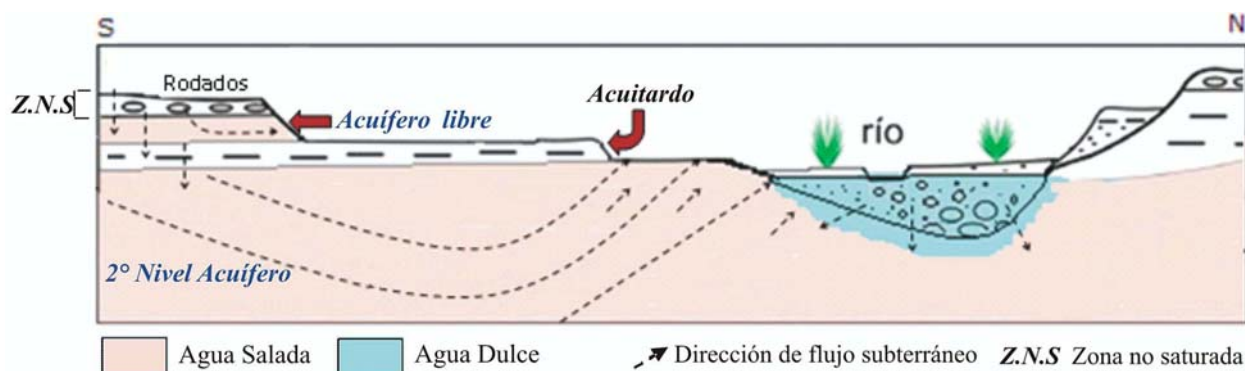


Figura 13. Modelo hidrogeológico propuesto.

determinado, presumiblemente reducido. Agua dulce

- Interfase agua dulce-agua salada
- Acuífero de meseta: (alrededor de 10 m de profundidad) en conexión hidráulica con el subálveo, desarrollado sobre Fm Portezuelo superior. Agua salobre.
- Acuitardo: Portezuelo medio
- Acuífero profundo: (470 m.s.n.m.) Portezuelo inferior. Confinado

En el sector N, el acuífero libre está constituido por el subálveo en las proximidades del cauce (con niveles estáticos de alrededor de 2 m) y por la unidad aflorante del grupo Neuquén en los sectores aledaños. El denominado «segundo nivel acuífero», tendría un comportamiento libre con niveles estáticos que rondan los -10 m. La conexión entre las dos unidades sería alta. Una zona de interfase agua dulce-agua salada, se desarrollaría como nexo entre las dos unidades.

A modo de conclusión parcial, los atributos más importantes desde el punto de vista hidrológico e hidrogeológico se resumen a continuación:

- El subálveo del colorado, no presenta en Rincón de los Sauces la producción que se esperaría. Se observaron dos problemas: baja producción, y baja calidad de las aguas con pozos de explotación que se deprimen y salinizan con el tiempo, aun en pozos muy próximos al cauce.
- La llanura aluvial del colorado, presentaría un bajo desarrollo (en este tramo del río y particularmente en su margen sur). Presumiblemente los mayores espesores aluviales podrían estar del lado mendocino. Mostrando el subálveo en consecuencia un potencial pobre.
- Se supone conexión hidráulica entre el acuífero de subálveo portante de aguas dulces y el acuífero de meseta que contiene aguas de alta salinidad.
- Existiría una interfase agua dulce- agua salada limitando el acuífero de subálveo y su capacidad de producción. El agua salada ascendería producto de la explotación sostenida.
- Las variaciones estacionales en el caudal del río Colorado, afectarían también la dinámica del agua subterránea.
- El acuífero de meseta presenta un comportamiento relativo, de acuerdo al nivel topográfico.
- Los niveles de conductividad y presumiblemente de S D T en el agua subterránea de este acuífero, aumentan (de 3 a 6  $\mu\text{S}/\text{m}$ ) a medida que el agua fluye de Sur a Norte hacia el valle del Río Colorado. Esta tendencia es compatible con la disolución normal de sólidos si-

guiendo los caminos de circulación de agua subterránea.

- Las aguas contenidas en el Grupo Neuquén no son aptas para consumo humano.
- Desde el punto de vista hidrogeológico, los ámbitos más propicios para la ubicación de perforaciones se sitúan donde se hallen los mayores espesores aluvionales saturados y una recarga efectiva que asegure la reposición de parte o la totalidad del volumen a extraer. Puede suceder, que los mayores espesores aluvionales no coincidan con el curso actual. La identificación de estas hondonadas en el sustrato donde se apoya el aluvio, requiere de estudios detallados.

## VEGETACIÓN

El área se ubica en la Provincia fitogeográfica Patagónica, perteneciente al Dominio Andino-patagónico, en la zona de transición entre el Distrito de la Payunia y el Distrito Patagónico Occidental. Los rasgos fitogeográficos principales han sido tomados de Cabrera (1994), Correa (1984) y Movia (1983). La Provincia Patagónica se extiende desde Mendoza hasta Tierra del Fuego limitando, al este con la Provincia del Monte, con la cual comparte elementos y características. En líneas generales se trata de una estepa de arbustos y estepa mixta (arbustos y herbáceas), con estepas de caméfitos, samófilas, salinas e hidrófitas. Dentro de los 5 Distritos diferenciados por Soriano (1956) el norte de Neuquén corresponde al de la Payunia y al Occidental.

El primero de ellos está dominado por especies arbustivas, entre los que destacan *Ephedra ochreatea* (solupe) que es un arbusto achaparrado y *Chusquiroga rosulata*, una compuesta arbustiva. La Payunia podría corresponder a un ecotono entre la provincia Patagónica y la del Monte. Por su parte, el distrito Occidental está dominado por neneo (*Mulinum spinosum*), mata mora (*Haplopappus pactinatus* y *Senecio filaginoides*). Tienen estepas de *Nassauvia axillaris* (colapiche), o bien, más localizadas, estepas herbáceas de *Stipa sp.*, *Poa sp.* y *Festuca sp.*, entre otras. En las zonas bajas y planas se observan pastizales muy empobrecidos por la actividad ganadero-pastoril y las quemadas asociadas a la misma, con una alta presencia de *Mulinum spinosum* (Neneo), *Stipa speciosa* (Coirón amargo), *S. humilis*, *Acaena pinnatifida*, *A. ovalifolia* y *Sisyrinchium junceum*, *Cortaderia araucana*, *Loasa acanthifolia*, *Calceolaria sp.*, entre otras.

En zonas más altas se encuentran pastizales de *Festuca pallescens* y en lugares más húmedos praderas de gramíneas, ciperáceas y juncáceas con presencia de *Taraxacum officinalis*, *Trifolium repens* y *Carex*



*subantática*, las que suelen estar acompañadas de arbustos. Los pastizales en general presentan de baja a media cobertura de arbustos, tales como *Schinus patagonicus*, *Colletia spinosissima*, *Discaria trinervis*, *D. chacaye*, *Adesmia boronioides*, *A. trijuga*, *Senecio sp.*, *Baccharis sp.*, *Berberis sp.*, *Rosa eglanteria*, entre otras.

En relación a las comunidades serales, se encuentran, en zonas húmedas, tanto en bajos, como en Cañadones y riberas de cursos fluviales, vegas de junquillos y juncuales. En los primeros predomina *Juncus leuseuris* (junquillo), acompañada de ciperáceas (*Carex gayana* y *C. nebularum*) y gramíneas higrófilas. En los segundos domina el junco (*Scirpus californicus*). En lugares salinos se encuentran estepas de pasto salado (*Distichlis scoparia* y *D. spicata*).

Como especies exóticas se observan Álamos (*Populus sp.*), Sauces (*Salix sp.*) y Pinos (*Pinus contorta* y *Pinus ponderosa*, entre otros), de estos últimos algunos plantados por el hombre y otros producto de la regeneración natural de plantaciones colindantes al área.

## SUELOS

Los suelos reconocidos pertenecen básicamente a tres Órdenes (USDA, 1999, 2006 y 2010): Aridisoles, Entisoles e Inceptisoles. Los suelos de Neuquén fueron estudiados por Ferrer et al. (1990 y 2006), INTA (1989) y Pereyra y otros (2009) quienes consideraron las propiedades, génesis y distribución de los suelos en toda la provincia. Los suelos de la zona en general poseen perfiles poco desarrollados y diferenciados, con un horizonte diagnóstico, salvo los Entisoles, menos evolucionados y asociados a sectores más inestables del paisaje. Otro rasgo común es la textura gruesa a medianamente gruesa de la mayor parte de los suelos. En general los contenidos de materia orgánica en la mayor parte de los suelos es baja a muy baja, así como la CIC, lo que vuelve a los suelos poco fértiles y consecuentemente poco aptos para el uso agrícola, salvo para el caso de cultivos particulares, como por ejemplo en el caso de olivares y vides. En general, salvo en los sectores aledaños al río Colorado, los suelos muestran marcado déficit hídrico. La zona estudiada corresponde totalmente a un régimen de humedad de los suelos árido.

En el Mapa de Suelos se han diferenciado 8 unidades cartográficas, cuya composición taxonómica se observa en la tabla 5 y en la tabla 6 se ve la distribución de los suelos según unidad geomórfica. Las unidades cartográficas diferenciadas son:

- Unidad cartográfica 1 suelos de planicies estructurales (Paleargides, Petrocalcides y Petrogypsides)
- Unidad cartográfica 2 suelos de planicies lávicas (Haplargides, Petrocalcides y Haplocambides)

- Unidad cartográfica 3 suelos de Cañadones (Torriortentes)
- Unidad cartográfica 4 suelos de pendientes aluvio-columiales (Torriortentes y asomos rocosos)
- Unidad cartográfica 5 suelos de terrazas fluviales (Torriortentes, Torripsamentos y Torrifluventes)
- Unidad cartográfica 6 suelos planicies y bajadas aluviales (Torriortentes, Endoacuentes y Torrifluventes)
- Unidad cartográfica 7 suelos poco desarrollados de pedimentos y afloramientos rocosos (Torriortentes y asomos rocosos)
- Unidad cartográfica 8 suelos de mallines (bajos) (Endoacuentes y Haplosalides)

ORDEN	SUBORDEN	GRAN GRUPO
Entisoles	Acuentes	Endoacuentes
	Fluventes	Torrifluventes
		Xerofluventes
	Ortentes	Torriortentes
		Xerortentes
	Psamentos	Torripsamentos
		Xeropamentos
Aridisoles	Cambides	Haplocambides
	Gipsides	Petrogipsides
	Argides	Haplargides
		Paleargides
	Calcides	Haplocalcides
		Petrocalciides

Tabla 5: Taxonomía de los principales suelos en la región.

UNIDADES GEOMÓRFICAS	PRINCIPALES SUELOS PRESENTES
Planicies estructurales	Paleargides Haplargides Petrogipsides Petrocalcides
Planicies estructurales lávicas	Haplargides Petrocalcides Haplocambides Torripsamentos
Abanicos aluviales	Torripsamentos Torriortentes Torrifluventes
Terrazas, Planicies aluviales y cañadones	Torriortentes Torrifluventes
Pedimentos y Relieve erosivo en sedimentitas cretácicas	Torriortentes Asomos rocosos
Bajos	Acuentes Haplosalides
Taludes aluvio-columiales	Torriortentes Asomos rocosos

Tabla 6: Distribución de los principales suelos según Unidades geomórficas.

Los principales suelos presentes, a nivel Subgrupo, son: Haplocalcides típicos, Haplargides típicos, Petrocalcides típicos, Haplosalides típicos, Haplogipsides típicos, Haplocambides típicos, Acuisalides típicos, Torriortentes típicos, Torripsamentes típicos, Torrifluventes típicos e integrados a Inceptisoles.

Los Entisoles son los que revisten mayor importancia areal, siendo los Grandes Grupos más comunes los Torriortentes, Torripsamentes y Torrifluventes. La gran mayoría de los Entisoles se ubican en regiones áridas, no obstante ello, casi todos los suelos cultivados bajo riego corresponden a este Orden. Son suelos de escaso a nulo grado de desarrollo pedogenético, carentes de horizontes diagnósticos, con perfiles muy simples (A/C) y abundantes rasgos heredados de los materiales parentales. Aparecen en zonas de taludes, pendientes controladas por remoción en masa, terrazas fluviales recientes, planicies aluviales y en abanicos aluviales que conforman el piedemonte de los sistemas serranos precordilleranos. Poseen alta susceptibilidad a la erosión hídrica y los Psamentes también a la erosión eólica. En general son suelos profundos y muy permeables, pobres en materia orgánica con baja retención hídrica.

Dentro de los Entisoles, son los Torriortentes los que ocupan mayor superficie. Estos presentan bajos tenores de materia orgánica (menos del 1%), CIC variable dependiendo de la naturaleza del material originario (comúnmente alrededor de 15 Cmol/kg o menos), el complejo de intercambio saturado y el pH neutro a ligeramente alcalino, excepto en los casos de suelos salinos y/o sódicos. Son muy pedregosos y poco profundos exhiben rocosidad y los bloques que lo componen son usualmente angulosos. De todas formas, debido a las condiciones bioclimáticas imperantes, suelen tener mayores contenidos de materia orgánica que el resto de los Entisoles. Finalmente, los Torripsamentes aparecen en dunas y en acumulaciones arenosas ubicadas en terrazas y planicies estructurales. Poseen escaso grado de diferenciación de horizontes y usualmente se preservan las estructuras sedimentarias eólicas.

Los Aridisoles ocupan el segundo lugar en extensión siendo superados en ese sentido por los Entisoles, con los que frecuentemente se hallan asociados. Constituyen suelos de regiones áridas, condiciones climáticas imperantes en la mayor parte del territorio neuquino. Generalmente se encuentran ocupando los sectores estables del paisaje. Poseen coloraciones claras, pH neutros a alcalinos desde superficie, plena saturación con bases y bajo contenido de materia orgánica (menos del 1%). Dado que se encuentran bajo condiciones de déficit hídrico la mayor parte o la totalidad del año, los procesos de iluviación se hallan inhibidos, por lo cual es frecuente que presenten acu-

mulaciones salinas, calcáreas o bien yesosas cerca de la superficie. Son los suelos de mayor grado de diferenciación pedogenética, presentando perfiles con uno o más horizontes diagnósticos y frecuentemente discontinuidades litológicas. Secuencias típicas de Aridisoles son A/2Bt/2Ckm; A/Ck/Ckm; A/Bw/Ck o Ckm.

Los Aridisoles dominantes en la región pertenecen a los subórdenes Argides, Calcides, Cambides, Salides y Gipsides. El carácter distintivo de los Argides está dado por la presencia de un horizonte argílico (Bt) por debajo de un epipedón ócrico. Dentro de los Argides, en el área estudiada, han sido diferenciados principalmente Haplargides. Ocupan los sectores más estables de las planicies estructurales del sector oriental de la provincia. Poseen limitada capacidad de uso y relativamente alta susceptibilidad a la erosión, altamente vinculada a la degradación de la vegetación de estepa arbustiva. Los Calcides presentan un horizonte cálcico y/o petrocálcico subsuperficial de modo que su capacidad de uso está limitada principalmente por la profundidad del perfil, además de las condiciones climáticas de extrema aridez. Dentro de ellos, se han diferenciado Petrocalcides y Haplocalcides. Son suelos altamente susceptibles a la erosión eólica e hídrica y dominan en los sectores en los que aparecen los rodados patagónicos.

Los Gipsides son Aridisoles que presentan un horizonte de acumulación de yeso que puede o no estar cementado. La amplia distribución de afloramientos de yesos mesozoicos de la Cuenca Neuquina, constituye la fuente de los sulfatos. En general presentan perfiles simples y alta pedregosidad. Se encuentran principalmente en las planicies estructurales y en los pedimentos. Se han diferenciado dos Grandes Grupos en la zona: Haplogipsides y Petrogipsides (en este caso con horizonte diagnóstico petrogíptico). Estos suelos poseen también acumulaciones no cementadas de carbonato de calcio. Finalmente, los Salides poseen altos contenidos de sales más solubles que el yeso y se encuentran en los bajos. Presentan moderada susceptibilidad a la erosión y se encuentran, dentro de la zona abarcada, en los bajos.

Independientemente de la asignación taxonómica que se realice, los suelos de la región se caracterizan por poseer perfiles simples, en general A1-C o a lo sumo, A1-AC-C con escaso contraste morfológico, salvo en contados casos. Asimismo, casi siempre se encuentran bien drenados y tienen estructura poco desarrollada lo que puede deberse a la naturaleza de los materiales originarios, texturalmente gruesos. Los valores de pH son decididamente básicos como consecuencia del régimen de humedad que domina en la zona de estudio y a la naturaleza de los materiales originarios, ricos en bases. En relación a los contenidos de materia orgánica, en general los tenores son bajos, encontrándose los valores más altos en los sue-

los de las terrazas fluviales, por lo que estos suelos serían los más aptos para algún tipo de uso agrícola-frutihortícola. El resultado de la activa morfodinámica (principalmente la remoción en masa y los procesos fluvial y eólico) ha sido entonces el de una generalizada inestabilidad de las pendientes, esencialmente aquellas rocosas, que ha tenido un importante papel al interferir en la pedogénesis.

## CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO ANTRÓPICO

### INTRODUCCIÓN

El presente capítulo se basa en la recopilación de datos relevados durante las campañas realizadas en los meses de Febrero y Octubre de 2011 que complementan la información brindada por la Municipalidad de Rincón de los Sauces así como la obtenida del «Proyecto de Desarrollo Ambiental-Territorial y Económico-Productivo de la Región Cuenca Media del Río Colorado» que forma parte del «Programa de Fortalecimiento Institucional Productivo y de Gestión Fiscal Provincial» de la Subsecretaría de Relaciones del Ministerio de Economía y Finanzas Públicas de la Nación y de la documentación y los informes del Plan de Desarrollo Urbano Ambiental de la Localidad de Rincón de los Sauces del Consejo Federal de Inversiones (CFI).

Se debe aclarar que algunos de los datos vertidos en este capítulo y que corresponden a los resultados oficiales del Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (INDEC) corresponden al Censo Nacional realizado en 2001 ya que los resultados oficiales del Censo 2010 por localidad aun no están disponibles.

El resultado de esta investigación se ha dividido en dos capítulos. El primero corresponde a los usos actuales del suelo en la localidad de Rincón de los Sauces y su ponderación basada en los datos recopilados. Este análisis se encuentra reflejado en el Mapa de Usos Actuales que forma parte de este trabajo junto al presente texto. En un segundo capítulo se realizan una serie de recomendaciones para la futura planificación de usos de la localidad, los cuales son meramente propositivos y deberán ser revisados específicamente en cada caso. Como en el caso anterior las mismas se reflejan en el Mapa de Usos Propuestos.

Rincón de los Sauces, importante localidad del departamento Pehuenches, provincia del Neuquén, se halla ubicada sobre la orilla derecha del Río Colorado a 37,23° de Latitud Sur y 68,55° de Longitud Oeste, con alturas que oscilan entre los 536 y los 731m.s.n.m. La localidad que en 1999 fue clasificada como Municipio de Primera Categoría, ocupa actualmente un área aproximada de 100.000 ha. (1.000 km<sup>2</sup>) aunque al momento de su fundación en 1971 su superficie era de cerca de 3000 ha. (30 km<sup>2</sup>).

La explotación petrolera en el área norte de la Provincia de Neuquén ha provocado un significativo impacto demográfico y social en Rincón de los Sauces, originando un asentamiento poblacional que en muy poco tiempo se ha convertido en el mayor centro urbano de la zona comportándose como centro de servicios para un importante número de localidades menores, puestos e instalaciones mineras y petroleras. Esto se debe fundamentalmente a que esta localidad concentra gran parte de los servicios a la actividad petrolera, cumpliendo funciones tanto de residencia como de base de operaciones.

El crecimiento exponencial de Rincón de los Sauces en el período intercensal 2001-2010, lo transforma en el 2º municipio neuquino con mayor dinamismo demográfico después de Villa Pehuenia.(INDEC). Sin embargo, desde la perspectiva regional, la ciudad muestra un importante grado de incomunicación y aislamiento.

### RESEÑA HISTÓRICA

La Carta Orgánica Municipal de Rincón de los Sauces indica como fecha de fundación de la ciudad el día 20 de diciembre de 1971, aunque desde fines del siglo XIX han existido asentamientos de colonos en la zona. Los primeros colonos que se establecieron en esos campos subsistían criando ganado y cultivando alfalfa y trigo y vendiendo el excedente en Chile donde, además, se abastecían de mercancías.

Según cuenta Horacio Beascochea en su artículo «¿Cómo era Rincón tiempo atrás?» en 1936 solo había unos pocos pobladores en la zona que estaban preferentemente asentados sobre la costa del Río Colorado. En ese tiempo Rincón de los Sauces no pasaba de ser un paraje habitado por puesteros dedicados a la cría de ganado caprino y ovino. Sus viviendas se hallaban separadas por varios kilómetros unas de otras. En los campos se plantaba maíz, alfalfa y se criaban los animales. Vivían del pastoreo, proveyéndose de mercaderías con mercachifles que recorrían la región o bien trasladándose a localidades cercanas como Buta Ranquil. La zona costera estaba poblada de «ranchos» con techos de chapa, sostenidos por troncos y con paredes de madera y donde está emplazado hoy el casco urbano de Rincón de los Sauces sólo había médanos.

Pero en 1914 una gran catástrofe cambió la vida de estos primeros pobladores: El 29 de diciembre de 1914 el dique natural del río Barrancas colapsó catastróficamente y liberó las aguas de la laguna Carrilauquen. (Ver «La gran Inundación» en Peligrosidad Natural). Según Groeber (1916) el volumen de agua liberado fue de 1,55 Km<sup>3</sup> y el súbito «aluvión» de aguas que afectó el valle de los ríos Barrancas y Colorado resultó devastador para las poblaciones ubicadas a la vera de los valles de estos ríos. Todos los asentamientos costeros fueron arrasados por la gran inun-

dación y cuando las aguas alcanzaron la zona de Rincón de los Sauces los habitantes del lugar partieron raudamente hacia las bardas desde donde observaron cómo el río tragaba animales y casas, así como la extensa franja de sauces que habían dado nombre a la localidad. Tras este evento y una vez que las aguas retornaron a su cauce natural, solo algunos puesteros fueron regresando poco a poco a la zona.

Muchos años después, a principios de los años 60 la petrolera YPF montó los primeros campamentos exploratorios que vieron sus frutos en 1968, cuando se encontró petróleo en la zona de Puesto Hernández. En aquellos años el acceso a la localidad era apenas una huella por la costa del río pero el descubrimiento de petróleo – uno de los principales motores económicos de la provincia – fue mudando el perfil productivo de crianceros y pastoreo y Rincón de los Sauces se transformó en un centro de servicios para la actividad petrolera. El antiguo campamento petrolero se convirtió en un pueblo de vertiginoso crecimiento.

El 9 de diciembre de 1971 la Provincia del Neuquén creó la Comisión de Fomento de Rincón de los Sauces por Decreto Nº 2440 y el día 20 de diciembre de 1971 se colocó la piedra fundacional en la Plaza General San Martín. (ver foto 1, pag. 41)

Pedro Sánchez, presidente de la Primera Comisión de Fomento, delineó el primer plano de la ciudad. Este plano inicial constaba de solo dos cuadras a cada lado de la plaza de donde nacían las diagonales. En un principio el pueblo solo contaba con una escuela, el juzgado, la comisaría y el hospital ambos de madera y dos pequeños barrios de viviendas.

Durante la década del 80 se abrió la avenida 30 de Octubre para conectar el campamento de YPF con la zona central del pueblo. También se inauguró el nuevo Hospital, se construyó el Matadero Municipal, para ayudar a los crianceros de la zona y se construyó el primer Parque Industrial.

Entre 1970 y 1990 el pueblo creció velozmente. En 20 años pasó de 400 a casi 4.000 habitantes y debido a este vertiginoso crecimiento en 1982 la localidad de Rincón de los Sauces fue declarada Municipio de segunda categoría. (Ley 1395/82)

Pero la gran explosión demográfica se produjo entre 1990 y 2000 ya que, según los resultados del censo la población llegó a más de 10.000 habitantes. Consecuentemente, el 28 de octubre de 1999 por Ley 2295 se aprueba su Carta Orgánica Municipal que lo convierte definitivamente en Municipio de Primera Categoría.

### ASPECTOS SOCIO-DEMOGRÁFICOS

Como se ha señalado anteriormente, la actividad petrolera es el principal recurso económico de la zona y la reactivación de la misma en las últimas décadas ha derivado en un crecimiento demográfico

muy significativo. Las cifras de los Censos realizados por el INDEC evidencian esta explosión poblacional. Según cifras oficiales en 1991 la localidad contaba con 3.982 pobladores; en 2001 con 10.129 y, a pesar de no poder contar aún con los datos oficiales del INDEC, a partir de los datos e investigaciones realizadas podemos deducir que, al momento de realizarse el censo de 2010 la población llegaba a 20.000 habitantes.

Incluso este número podría ser considerado significativamente menor al real debido a que parte de los trabajadores que se instalan en la ciudad durante gran parte del año tienen su residencia establecida en sus ciudades de origen por lo que en los registros oficiales del censo no figurarían como residentes de Rincón de los Sauces a pesar de que utilizan la infraestructura y los servicios locales.

En la siguiente tabla se observa que Rincón de los Sauces ha crecido en un porcentaje cercano al 500% desde su fundación en la década de los 70 siendo una de las ciudades con mayor crecimiento de la Provincia de Neuquén en el último decenio (Tabla 7).

Como consecuencia se ha producido un descontrolado desarrollo urbano que actualmente podría exponer a buena parte de la población local a situaciones de riesgo. Asimismo la concentración de la renta, polarización social y fragmentación urbana llevaron, en el año 2001, a más del 45% de la población de Rincón de los Sauces a encontrarse en situación de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) según datos suministrados por el INDEC.

Estos hechos son una clara demostración de la fuerte incidencia que tiene la organización socio-económica de la población en la distribución de los espacios urbanos que forman la estructura de una ciudad. Consecuentemente, las áreas de más reciente desarrollo ostentan características propias de zonas marginales periurbanas, carentes de planificación, con serios problemas medio ambientales como la ocupación de zonas expuestas a inundaciones y aluviones o la expansión urbana hacia zonas potencialmente productivas.

Existe además en la localidad una notable escasez de espacios verdes y de áreas de recreación además de una ineficiente infraestructura de servicios y

CENSO	HABITANTES	CRECIMIENTO INTERCENSAL (%)
1970	427	-----
1980	1.606	131.68
1991	3.982	85.99
2001	10.121	154.37
2010*	20.000	97.63

Tabla 7: Evolución de la población. Fuente: Elaboración propia sobre datos del INDEC (\*=valor aproximado)



una evidente precariedad y hacinamiento habitacional en las zonas de más reciente evolución.

Otros problemas detectados en la ciudad son las dificultades operativas de la red de provisión de agua potable, el inadecuado manejo de los residuos sólidos domiciliarios con la consecuente dispersión de basura, favorecida por la acción del viento, la carencia de arbolado público, la deficiencia hospitalaria por falta de infraestructura sanitaria y la ausencia de políticas educativas por la escasez de establecimientos de primera y segunda enseñanza ante la gran demanda así como por la ausencia de instituciones terciarias y/o universitarias que den salida laboral a los jóvenes.

Estos problemas socioambientales se evidencian con mayor fuerza en algunas zonas de la localidad como son la Zona Costera y los Barríos del sur y suroeste de la localidad. Por otra parte existe un contraste social muy marcado entre la población rural y la población urbana, relacionada en su mayor parte con las altas remuneraciones que ofrecen las empresas petroleras. Esta alta dependencia de la actividad dominante se expresa lógicamente en la estructura del empleo por lo que en los últimos tiempos muchos residentes rurales se han incorporado a las empresas petroleras en búsqueda de mejores condiciones laborales.

A continuación se realiza un informe de la situación demográfica y social de la ciudad de Rincón de los Sauces utilizando datos brindados por el INDEC que corresponden al Censo de 2001, cuando la ciudad contaba con 10.129 habitantes. Esta divergencia en la información se debe a que al momento de realizarse

este informe (Junio de 2012) no se encontraban aun disponibles todos los datos correspondientes al censo de 2010.

En la pirámide de población por grupos de edad se observa una marcada diferencia de volumen de población en los estratos de edades de 10 a 14 y de 15 a 19, en relación con los escalones inferior y superior. Esto podría deberse a la falta de infraestructura educativa que se evidencia en la ciudad como veremos mas adelante. Asimismo hay un claro predominio de los hombres sobre las mujeres mayores de 20 años, lo cual se podría explicar por el tipo de fuente laboral correspondiente a la actividad petrolera que predomina en la zona.

En cuanto a las características laborales de la población, la tabla 8 muestra los porcentajes según categorías ocupacionales. Según estas estadísticas del año 2001 casi un 63% de los trabajadores se desempeñaban en el sector privado de los cuales la mayor parte correspondían a la actividad petrolera, mientras que un 15,40% de la población dependía laboralmente del Estado, lo cual estaba muy por debajo de los porcentajes tanto estatales como nacionales. Por otra parte el nivel de desempleo alcanzó en ese año al 8.77% de la población económicamente activa

Con respecto a los aspectos socio-económicos de la población estos fueron definidos por el INDEC en 2001, a través del índice de hogares con Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) que toman en cuenta algunos indicadores de privación como hacinamiento (más de 3 personas por cuarto); tipo de vivienda (pieza de inquilinato, vivienda precaria u otro tipo); condicio-



CATEGORÍA DEL TRABAJADOR	MUNICIPIO	PROVINCIA	PAÍS
Obrero o empleado en el sector público	15,40%	36,78%	21,20%
Obrero o empleado en el sector privado	62,96%	39,22%	48,94%
Propietario	4,33%	4,44%	6,24%
Trabajador por cuenta propia	14,19%	16,32%	20,26%
Trabajador familiar	3,12%	3,24%	3,37%

Tabla 8: Características laborales de la población

nes sanitarias (hogares que no tuvieran ningún tipo de retrete; asistencia escolar (hogares que tuvieran algún niño en edad escolar que no asistiera a la escuela) y capacidad de subsistencia (hogares que tuvieran cuatro o más personas por miembro ocupado. Como ya se ha destacado, en 2001 Rincón de los Sauces se constituyó en uno de los municipios con mayores porcentajes de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) alcanzando al 25.2 % de los hogares y afectando a 2464 personas, lo que implica el 24.9% de la población total (Tabla 9).

Cabe destacar que la población de Rincón de los Sauces es mayoritariamente masculina y según los datos registrados por INDEC en el año 2001, la Población Económicamente Activa (PEA) alcanzaba los 6.629 habitantes siendo el grado de ocupación superior al 80%, lo cual se vincula con la demanda de mano de obra específica por parte de la industria petrolera.

### ESTRUCTURA PRODUCTIVA

En el caso de Rincón de los Sauces la estructura productiva se basa principalmente en la actividad extractiva de hidrocarburos, incluyendo los diversos servicios para la industria Petrolera. Existe, por lo tanto, una altísima dependencia económica del sector de los hidrocarburos y de las empresas de servicios petroleros radicadas en la localidad. Esto se evidencia en la absorción de mano de obra por parte de las compañías petroleras y de las industrias que se han establecido en las zonas identificadas como Parques Industriales 1, 2 y 3.

En síntesis, si bien la localidad se ha desarrollado sobre la base de un sector primario dominado por la actividad petrolera se ha generado un crecimiento del sector terciario (servicios y comercios) íntimamente

ligados a dicha actividad que permite caracterizar a Rincón de los Sauces como un «centro de servicios» dependiente de una actividad dominante.

Además, aunque en una proporción mucho menor se identifican en la zona otras actividades económicas como la agrícola y ganadera (especialmente caprina), la minera y el turismo (especialmente el basado en los descubrimientos paleontológicos que se han producido en la región). Se detallan a continuación las principales características de las mismas.

### HIDROCARBUROS

La explotación de hidrocarburos en los yacimientos de petróleo y gas del área de Rincón de los Sauces y Buta Ranquil, como los de El Portón (gasífero), Chihuido de la Sierra Negra, Filo Morado y Puesto Hernández (todos yacimientos petroleros) están entre los más productivos de la Cuenca Neuquina y del país.

Actualmente la ciudad de Rincón de los Sauces es considerada como la capital nacional de la energía y es el área de mayor producción de petróleo en toda la cuenca neuquina. En consecuencia la actividad económica mas importante que se desarrolla en el área estudiada es la extractiva así como los servicios asociados a la misma. Estos servicios constituyen la principal fuente laboral de la población de Rincón de los Sauces y son brindados por diversas empresas que se encuentran radicadas en los Parques Industriales.

Entre 1919 y 1922 la Dirección de Minas perforó 6 pozos más en Plaza Huincul. A partir del 19 de octubre de 1922 Yacimientos Petrolíferos Fiscales (YPF) se hizo cargo de la gestión que ya tenía una producción acumulada mayor a los 4531 m<sup>3</sup>

Los yacimientos de esta subregión pertenecen a la llamada Cuenca Neuquina y fueron explotados por la empresa nacional YPF hasta 1968. La materia prima extraída en la zona es procesada en su mayor parte fuera del área de explotación. Oleoductos construidos para tal fin conducen el crudo a refinerías de Mendoza, Bahía Blanca y Buenos Aires, destinos principales de esta producción.

Necesidades básicas insatisfechas- Rincón de los Sauces - 2001		
• Población total	• Población con NBI	• %
9.899	2.464	24,9

Tabla 9: NBI. Fuente: Elaboración propia en base a Censo Nacional de Población, Vivienda y Hogares, Año 2001 y Dirección General de Estadísticas y Censos de la Provincia de Neuquén



Plaza Principal «Gral. San Martín»



Foto 2. Pozos Petroleros al oeste de Rincón de los Sauces



Foto 3. Huertas Hortícolas en zona costera (pag. 46)



Foto 4. Emprendimiento de Olivares al oeste de Rincón de los Sauces



Foto 5. Cantera Municipal de Ripio



Foto 6. Camping MEOPP perteneciente al Sindicato Petrolero



En la década del '90, a partir del proceso de reconversión del estado, se produjo un cambio en la estructura de las empresas vinculadas con el sector extractivo de gas y petróleo surgiendo empresas derivadas de Yacimientos Petrolíferos Fiscales (YPF), cuya sede central se ubicaba en la zona de Cutral Có-Plaza Huincul, pero cuya principal zona operativa era la de Rincón de los Sauces.

### AGRICULTURA

La significativa ocupación de mano de obra para la explotación petrolera ha generado un fuerte impacto sobre el medio, especialmente en los que respecta al retroceso de las actividades rurales. Las limitantes del medio físico natural han condicionado el desarrollo agropecuario en la zona y las explotaciones agrícolas existentes pueden ser caracterizadas, en su mayoría, como minifundios por su escasa rentabilidad y productividad. Los ingresos de los productores en muchos casos se complementan con trabajos extras como pueden ser empleos estatales, programas públicos de empleo temporario y/o trabajos independientes en empresas instaladas en la zona.

En general se trata de una economía subsistencial sin capacidad ni posibilidades de entrar en un ciclo de acumulación-inversión aunque recientemente han surgido algunos proyectos que abren una nueva expectativa para esta alternativa socioeconómica. La población permanente de Rincón de los Sauces, de más de 20.000 personas, genera un mercado al cual abastecen decenas de almacenes, despensas y supermercados de autoservicio además de restaurantes, fondas y casas de pensión. Todos estos establecimientos actualmente se proveen de mercaderías en Mendoza y/o Neuquén y, principalmente debido al alto costo de los fletes (ya que no existe un intercambio real de bienes), los productos de consumo y alimenticios se comercializan con un diferencial de precios muy importante. (ver foto 3, pag. 41)

Esta realidad permite suponer que el desarrollo de establecimientos locales que proporcionen una producción primaria de alimentos, contaría con amplísimas posibilidades de colocación de sus productos a una escala relativamente importante. Consecuentemente en los últimos años han surgido algunas pequeñas explotaciones agrícolas. En general se trata de chacras de una superficie promedio de 4 hectáreas con una incipiente actividad hortícola y granjera ubicadas principalmente en la zona de la costa del río. Las mismas se abastecen de agua a partir de una obra de riego que tiene su origen en el Río Colorado, aguas arriba del pueblo. De todas formas actualmente son menos de 50 ha las realmente cultivadas cuando las tierras dominadas por el canal de riego son cerca de 200 ha. (ver foto 4, pag. 41)

Por otra parte, ha surgido recientemente un emprendimiento de producción de olivos. El mismo se inició en el año 2004, con la concesión de 360 hectáreas de tierra ubicadas en una zona rural al oeste de la localidad de Rincón y hacia fines de 2011 se habían sembrado un total de 70 ha de olivares. Se trata de un olivo de cultivo súper intensivo y la propuesta, de gestión privada, incluye además la futura instalación de una planta de fraccionamiento de aceite de oliva en Rincón de los Sauces.

### GANADERÍA

Otra importante actividad socioeconómica en esta zona del departamento Pehuenches es la ganadería extensiva (especialmente caprina) desarrollada por los crianceros y puesteros de la zona y que forma parte de la identidad cultural de la región. Esta actividad, que fue la de mayor importancia en la zona en las primeras décadas del siglo XX, ha decrecido significativamente en la actualidad debido al avance de las actividades extractivas hidrocarburíferas que tienen un margen de rentabilidad muy superior. Como consecuencia de ello se ha producido un extraordinario éxodo rural hacia los centros urbanos.

Actualmente aunque la población rural es muy escasa, hay en la región entre 30 y 50 puesteros quienes, en su gran mayoría son pobladores o parientes de pobladores muy antiguos, anteriores a la década del 60 quienes practican una ganadería rudimentaria. Como se ha señalado, la cría de caprinos y bovinos caracterizó la estructura económica de la región durante la primera mitad del siglo XX cuando los puesteros se constituían en unidades económicas de producción de ganado menor y su única posibilidad de explotación era la forma extensiva debido al régimen de tenencia de las tierras y a la falta de agua y tecnología para el mejoramiento de las razas.

Por otra parte, si bien en la actualidad los puestos están espacialmente separados entre sí, existen profundos vínculos sociales entre los crianceros. La unidad central que estructura la organización social de los puesteros es la familia y esta condición cumple también con un importante rol social ya que absorbe e integra a la población rural con la actividad económica de la región.

La reproducción del ganado permite a las familias obtener dinero para satisfacer sus necesidades básicas con bienes que adquieren en los centros poblados cercanos. Es por ello que la población rural estable, que vive en los puestos y pequeñas localidades, aún con las limitaciones y dificultades de las distancias y los malos caminos, tiene una relación muy fluida con Rincón de los Sauces.

La estructura social de la localidad muestra un espacio con un muy marcado contraste social entre la

población rural, dedicada a la ganadería extensiva de subsistencia, y la población urbana, relacionada en su mayor parte a las actividades extractivas. Pero a pesar de este contraste entre las condiciones sociales de ambos grupos se observa una interacción muy dinámica entre lo rural y urbano, ya que muchos pobladores rurales están incorporándose a las empresas petroleras y con el paso de los años muchas familias están parcialmente radicadas en la ciudad y en el campo. Consecuentemente y de acuerdo al contexto en el que actualmente se desarrolla la ganadería extensiva, la permanencia de este tipo de actividad se encuentra en serio riesgo.

### MINERÍA

Dentro del sector primario, el análisis de la actividad minera en el área revela la existencia en la actualidad de 16 canteras en explotación dentro del ejido municipal de la localidad de Rincón de los Sauces. La Municipalidad de Rincón de los Sauces, a través del Concejo Deliberante ha aprobado la Ordenanza N° 613/00 que declara de utilidad pública a todas las canteras establecidas en su Ejido Municipal y establece la ubicación de 4 canteras, dos de ripio, una de calcáreo y ripio y una de calcáreo que declaran de uso exclusivo de la municipalidad. (ver foto 5, pag. 41)

Dentro de la actividad considerada en los últimos tiempos la promoción del Proyecto Potasio Río Colorado en la región ha impulsado una significativa actividad económica en la zona. En 2009, la empresa brasilera Vale adquirió en Argentina el proyecto Potasio Río Colorado, con el propósito de explotar un yacimiento de cloruro de potasio de primer nivel mundial ubicado en el departamento de Malargüe, provincia de Mendoza. El proyecto Potasio Río Colorado (PRC) incluye la construcción de una planta de procesamiento de cloruro de potasio en Mendoza (departamento de Malargüe), instalaciones portuarias en Ingeniero White (Bahía Blanca) y un tendido ferroviario para transportar el fertilizante, que se extenderá por cuatro provincias (Neuquén, Río Negro, La Pampa y Buenos Aires).

La obtención del mineral se realizará a través de un proceso productivo particular denominado producción por disolución. El proceso consiste en la perforación de pozos similares a los del petróleo -basados en numerosos estudios geológicos- para extraer el mineral localizado a una profundidad promedio de 1200 metros. La solución se extrae hacia la superficie para su procesamiento y cristalización en la planta industrial.

La tecnología utilizada en las perforaciones se denomina perforación direccional y permite reducir las instalaciones en superficie utilizando equipos de perforación móviles. La producción para fines de 2014 se estima en 2 millones de toneladas de cloruro de potasio por año y el proyecto abarca todas las fases

de producción y distribución: la extracción y procesamiento en el yacimiento ubicado en la provincia de Mendoza; el desarrollo de un sistema ferroviario que permitirá transportar el fertilizante al puerto de Bahía Blanca; y la construcción de las instalaciones portuarias en Ingeniero White. El ferrocarril, que conectará el yacimiento en Malargüe con el puerto en Bahía Blanca se completará con la construcción de un tramo nuevo de 180 km de vías férreas que se conectará con el sistema ferroviario existente hasta el puerto de Bahía Blanca.

El comienzo de las tareas preliminares de instalación de la mina así como el trazado de la vía férrea que será utilizada para trasladar el material desde la bocamina en la provincia de Mendoza hasta el puerto de Bahía Blanca, han generado una gran polémica entre la población respecto al posible impacto ambiental que estas obras podrían ocasionar en la localidad ya que parte de este nuevo tramo a construirse circulará a corta distancia del casco urbano de la localidad de Rincón de los Sauces y soportará un tránsito casi continuo de formaciones de carga en ambas direcciones. La puesta en marcha de este proyecto representa, por lo tanto, un importante acontecimiento, tanto socioeconómico como ambiental que podría transformarse en una gran oportunidad de diversificación económica para la localidad si lograra mantenerse un adecuado control del cumplimiento de los requerimientos ambientales.

### TURISMO

La promoción de la actividad turística en la región, a partir de los bienes del patrimonio cultural y natural, requiere una valoración de los mismos que permita su puesta en circuitos de uso. Esta actividad que cuenta con una gran potencialidad, actualmente se ve perjudicada por factores que traban su correcta expansión. Como por ejemplo las dificultades de accesibilidad y la escasez de servicios al turista en la zona.

Sin embargo, a partir del incremento de la actividad petrolera se ha desarrollado en la localidad una importante oferta hotelera y gastronómica. Este hecho posiciona a la localidad como una posible base para la explotación turística de la zona. Una medida de gran importancia para este desarrollo ha sido la mejora en las vías de acceso a la localidad y la conexión con la zona Oeste de la Provincia. En relación con los servicios turísticos, Rincón de los Sauces cuenta con más de 30 Hoteles, Hosterías y Cabañas, además de 3 Campings en los alrededores. (ver foto 6, pag. 41)

En cuanto a la oferta turística existen en la zona una serie de atractivos naturales de gran potencial como son las Sierras de Chachahuen, el Volcán Auca Mahuida y los Volcanes Los Loros y Pata Mora pero la atracción mas significativa a nivel turístico son los Recursos Paleontológicos con que cuenta la región con sus yacimientos de fósiles de gran tamaño únicos por

lo que la zona del Parque Provincial Auca Mahuida en los alrededores de Rincón de los Sauces, es el lugar elegido por los investigadores de todo el mundo por su riqueza paleontológica.

Desafortunadamente tanto el patrimonio arqueológico, como el paleontológico han sufrido constantes depredaciones por parte de coleccionistas privados quienes, al desvincular los fósiles de su punto de origen minimizan enormemente su valor, sobre todo en lo que respecta al conocimiento de culturas pasadas y de sus comportamientos y costumbres.

La Provincia de Neuquén a través del Plan de Gestión de turismo 2008-2011 contempla la llamada Estepa de los dinosaurios, al este de la provincia como zona turística, incluyendo a la Localidad de Rincón de los Sauces y al área de mesetas y valles que la circunda.

Pero el desarrollo del turismo paleontológico requiere además de una infraestructura vial adecuada, de la existencia de un centro de interpretación, que permita realizar la transferencia a los visitantes. En el caso de Rincón de los Sauces este rol es ejercido por el museo Municipal Argentino Urquiza que cuenta con una importante colección de fósiles, y una interesante exhibición de piezas de gran valor tanto para el quehacer científico como cultural. Este Museo paleontológico de excelente nivel opera como un trascendente atractor turístico para la localidad. (ver foto 1, pag. 45)

En 1996 el descubrimiento del titanosaurio más completo del mundo a poca distancia de la ciudad, impulsó la necesidad de generar un espacio para contener y exhibir los hallazgos. Inicialmente se habilitó en forma provisional el edificio del antiguo Hospital que fue luego ampliado y remodelado reinaugurándose el 20 de diciembre del año 2000. El museo lleva el nombre de «Argentino Urquiza» en honor a quien fuera el primer maestro de Rincón de los Sauces y en sus salas se exhiben la mayoría de los fósiles descubiertos en la zona la mayoría de los cuales pertenecen al período cretácico superior, con 90 millones de años de antigüedad aproximadamente. Entre las tareas que se desarrollan en el museo podemos mencionar la exploración en el campo, el estudio, limpieza, acondicionamiento y finalmente exposición de las piezas.

### CONFIGURACIÓN URBANA Y PERIURBANA

La configuración del medio antrópico incluye la caracterización de los diferentes usos del suelo tanto urbanos como periurbanos así como la identificación de los diferentes servicios y equipamientos comunitarios (salud, educación, seguridad, etc.) y de la infraestructura de servicios públicos (vial, provisión de agua, energía eléctrica, gas, saneamiento cloacal, disposición de residuos, etc.). La disposición de estas presta-

ciones posee una influencia directa en la calidad de vida de la población y en la organización del ambiente urbano. De la misma forma, la eficiencia y extensión geográfica de las redes de infraestructuras y los servicios comunitarios se relacionan con el nivel de desarrollo económico, social e incluso cultural alcanzado por la sociedad.

En relación a los usos del suelo, el medio antrópico analizado en este capítulo comprende tanto las áreas urbanas como las periurbanas de la ciudad de Rincón de los Sauces

Definimos como zonas urbanas a las áreas donde se establece el asentamiento poblacional intensivo en cuanto a la residencia, actividad y equipamiento. En ellas el uso predominante es el residencial aunque en la zona central se superpone con los usos comerciales y administrativos. Estas zonas cuentan con el abastecimiento de servicios básicos como provisión de agua y saneamiento, energía eléctrica, gas, telecomunicaciones, recolección de residuos, alumbrado público, etc. Igualmente, en ellas se verifica la disponibilidad de prestaciones comunitarias en educación, salud, servicios sociales, recreación y espacios verdes.

Por otra parte, las zonas periurbanas definen su identidad territorial por su carácter transicional y esta transición provoca la coexistencia alternada en un mismo espacio de usos urbanos y rurales. En ellas se alternan o disminuyen los servicios presentes en el área urbana (infraestructura, transporte, servicios, etc.) y también se atenúan los «servicios ecológicos» que brindan las áreas con predominio de suelo rural (capacidad de absorber dióxido de carbono, descomponer materia orgánica, regular el flujo de agua, etc.). El ejido urbano de Rincón de los Sauces es relativamente compacto y centralizado, en forma de damero con la incorporación de diagonales. Según un estudio realizado por el CFI, la planta urbana de Rincón de los Sauces abarcaba en 2001 unas 196 ha, cifra que correspondía a la superficie de las parcelas mensuradas sin considerar las superficies correspondientes a las calles.

La organización socioeconómica que opera sobre la disposición del espacio urbano tiene una fuerte incidencia en la estructura de la localidad. Una característica saliente de esta ciudad es el contraste entre los barrios centrales construidos para los empleados de las empresas petroleras y la precariedad de las viviendas de los barrios periféricos. Asimismo se verifica un importante deterioro de los espacios públicos y las vías de circulación. Esta situación probablemente resulte de la falta de arraigo de muchos de los pobladores que residen en la localidad en forma temporal, sin la intención de radicarse en el lugar. Dentro del Ejido urbano se distinguen las zonas que a continuación se describen y que se reflejan en el correspondiente Mapa de Usos Actuales.





Foto 1. Museo Paleontológico Municipal «Argentino Urquiza»



Foto 2. Balneario Municipal en zona costera



Foto 3. Oficinas Administrativas del Barrio YPF



Foto 4. Sector Comercial Calle Juan D. Perón



Foto 5. Chalets en Barrio Perez Compang, zona central



Foto 6. Sede del Poder Judicial de la Prov. de Neuquén

### ZONA COSTERA

Las 48 ha de la zona costera se extienden desde la vera del Río Colorado al N hasta el PI (Parque Industrial) 1 al S, y desde el barrio YPF al este y hasta el Cañadón al oeste. Es la zona donde a principios del siglo XX se asentaron los primeros pobladores y puesteros. Se trata de una zona relativamente compacta destinada a la explotación de chacras donde se desarrollan cultivos intensivos de subsistencia que coinciden con el área abastecida por el primitivo canal de riego. Además, existen actualmente en la zona costera alrededor de 30 establecimientos comerciales.

Esta zona que podría denominarse como «rururbano» está en su mayor parte ocupada por chacras de una superficie promedio de 4 hectáreas que producen algunos productos hortícolas de consumo masivo para la localidad y que se sirven del canal de riego construido en 1973 con una longitud aproximada de 25 Km. Según el mencionado estudio del CFI en el año 2001, la superficie orientada a este tipo de producciones agrícolas en todo el Ejido urbano, solo alcanza a 80 Ha y básicamente estaban orientados a la producción de cultivos bajo riego de forrajes, granos y hortalizas. Los productores, en su mayoría minifundistas, basan su producción fundamentalmente en la mano de obra familiar careciendo de tecnologías apropiadas.

En los últimos tiempos, el crecimiento de la explotación petrolera en la región, ha provocado que en esta zona se haya incrementado la construcción de depósitos, tinglados y diversas edificaciones ligadas a las necesidades de las empresas petroleras. De esta forma, la franja costera, originalmente destinada a uso agrícola, en la actualidad presenta áreas francamente deterioradas y podría considerarse de uso mixto. Por otra parte desde lo ambiental es una zona que presenta problemas y conflictos derivados de la presencia de áreas inundables, ocupantes ilegales y serios déficits infraestructurales. Aquí se encuentran además el balneario y quincho municipal destinados a usos predominantemente recreativos. En la década de los 90 se había desarrollado aquí una defensa para prevenir inundaciones pero una crecida ocurrida en diciembre del 2000 produjo la ruptura de la misma provocando la inundación de la zona. (ver foto 2, pag. 45)

### ZONA BARRIO YPF

Hacia el este, sobre los terrenos donde se levantó el primer campamento petrolero en los años 60, se encuentra el Barrio correspondiente a la empresa YPF, un Barrio de viviendas planificado, que incluye las instalaciones de las oficinas administrativas correspondientes a dicha organización. Este barrio cerrado ocupa aproximadamente 45 ha. y cuenta con su pro-

pia infraestructura de servicios lo que lo hace independiente, aislándolo, en cierta forma, del resto de la ciudad. Cuenta además con asfalto, gas, agua potable, espacios verdes y se halla totalmente cercado con un puesto de seguridad permanente para controlar el acceso. Lindante al mismo se encuentra el aeródromo, que ocupa un terreno de aproximadamente 200 ha y que es utilizado exclusivamente para vuelos de aviones privados en su mayoría de las empresas petroleras. Tanto la Ruta N°6, que atraviesa la ciudad de Este a Oeste, como el canal de riego, trazan un límite entre los dos sectores descriptos anteriormente y la zona central de la ciudad. (ver foto 3, pag. 45)

### ZONA CENTRAL

Esta zona, cuyos límites son la calle Juan Manuel Belgrano al S, y la actual Ruta Provincial N° 6 al N se extiende entre los dos Cañadones principales, el Este y el Oeste. Constituye un área polifuncional: residencial, comercial, recreativa y administrativa, con sectores claramente delimitados según su función. Es, sin dudas, el sector más importante de la localidad y cuenta con la mayor proporción de servicios y equipamiento. En los últimos tiempos, con el sostenido crecimiento poblacional, el uso comercial ha ido avanzando progresivamente sobre el uso residencial. Fue aquí donde se desarrolló la primera organización urbana y se abrieron los primeros comercios y donde se ubicaron los primeros edificios públicos del equipamiento urbano básico.

El crecimiento de la actividad comercial en la ciudad permite actualmente identificar algunos ejes circulatorios que se han convertido en el área de mayor concentración de negocios y cuyo núcleo central es la Plaza San Martín. Según datos recogidos en la Municipalidad local, los comercios en la zona central, son aproximadamente 300. Hay además entre 10 y 15 comercios en cada barrio urbano y al presente se contabilizan aproximadamente 20 delimitaciones barriales distribuidas en toda la ciudad. También es posible identificar un sector donde se localizan los establecimientos orientados a las actividades sociales de esparcimiento, como casinos, confiterías, cafés, etc., en su mayoría circundando la Plaza principal. (ver foto 4, pag. 45)

En los últimos años se ha desarrollado también un área comercial y de servicios menores a la vera de la Ruta Provincial N° 6 y en el sector de ingreso a la ciudad que crece sostenidamente. La morfología general de las construcciones de la localidad tiene una tipología de planta única, pero en esta zona central pueden encontrarse algunos edificios de dos plantas.

Por otra parte dentro de esta área se han desarrollado varios barrios entre los que se destaca el de la Empresa Pérez Companc para su personal jerárquico, con características constructivas diferenciales y que cuenta con la totalidad de los servicios. Otros barrios

planificados asentados aquí son, el Bº Federalismo de 5 viviendas, el Bº 48 Viviendas, sobre la calle San Martín, y el Bº Mi Propio Neuquén de 30 viviendas todos ellos construidos a través del Instituto Provincial de Vivienda y Urbanismo de Neuquén y ubicados en el extremo SE del sector estudiado, entre las calles 9 de Julio, San Martín, Gregorio Álvarez y Bernardino Rivadavia.

En el extremo NO se ubican otros Barrios de 30, 45 y 50 viviendas respectivamente construidos también por el IPVUN, y localizados entre las calles Río Colorado, Jujuy, Río Negro y Perón, mientras que hacia el SO se levanta el Bº Amutepas I de 36 viviendas. Finalmente sobre la Ruta Provincial Nº 6 entre Mosconi y 20 de Diciembre, se encuentra el Bº Manuel Belgrano de 48 viviendas.

La mayoría las oficinas públicas que ejercen funciones administrativas y de servicio tanto de jurisdicción Municipal como Provincial se localizan en la Zona Central, entre ellas la Comisaría Nº 35, el Hospital, el Ente Provincial de Electricidad de Neuquén (EPEN) la sede del Municipio, así como las correspondientes al Concejo Deliberante, además del gimnasio Polideportivo, el edificio del Banco de la Provincia del Neuquén y del Banco Patagonia, el Museo Paleontológico «Argentino Urquiza», La Biblioteca Popular «Elías Sapag», el Registro Civil y el Juzgado de Paz. Por otra parte se ubican también en la zona estudiada varios edificios escolares con una tipología común bien definida, como la escuela secundaria CPEM Nº 24, la Escuela Nº 346 la Escuela primaria Nº 238 y la Escuela Primaria Nº 300. (ver foto 6, pag. 45)

Toda el área central cuenta con servicio de recolección de residuos, red de gas, agua potable y saneamiento cloacal así como energía eléctrica, y telefonía. Además se localiza allí la Plaza San Martín principal plaza de la localidad, y alrededor de una decena de pequeñas áreas dispersas que corresponden a espacios verdes. Desde el punto de vista socioeconómico presenta un predominio de población de nivel medio de ingresos.

### ZONA OESTE

La calle Río Colorado al Este, la Ruta Provincial Nº 6 al N, el Cañadón al Oeste y al sur la calle Juan Manuel Belgrano delimitan la Zona Oeste cuyo uso es casi absolutamente residencial, sin ningún edificio público excepto los que corresponden al Jardín de Infantes Nº 47 y a la Escuela Primaria Nº 335. El nivel socioeconómico correspondiente a esta zona es medio a medio-bajo y la conectividad con la zona centro se concreta a través de las vías troncales Juan D. Perón, San Martín y Sarmiento.

En cuanto a la infraestructura urbana cuenta con red de gas, de agua, de electricidad y servicio de recolección de basura. A todo lo largo de la calle Ma-

nuel Belgrano, que constituye el límite entre las zonas oeste y central y la zona sur se emplaza un electroducto que intercepta la trama urbana estableciendo una serie de manzanas irregulares. La Línea de Alta Tensión de 132 KW que atraviesa la localidad de Este a Oeste demanda, en todo su recorrido un retiro o servidumbre de paso de 14 m. a cada lado de su eje ya que se considera que el electroducto constituye un «área de riesgo». Esta circunstancia ha generado que a lo largo de toda la calle Belgrano se produzca un vacío urbano resultante de la necesidad de mantener un corredor de 28 metros de ancho en todo su recorrido.

### ZONA SUR

Al sur de las zonas central y oeste, a partir de la mencionada calle Manuel Belgrano, se encuentra la que denominaremos Zona Sur cuyo límite O y SO es el Cañadón Oeste con límite S en la calle Felipe Sapag y Este en el Cañadón Este. En esta zona existe el predominio del uso residencial, aunque varias instituciones públicas se localizan aquí. En ella se halla ubicado el Cementerio local así como la Estación de Bomberos y las Escuelas Primarias Provinciales Nº 314 y Nº 23 y el Jardín de Infantes Nº 37.

Existe además una importante área de espacio verde identificada como Plaza Del Alto, así como un terreno lindante a la Escuela Nº 314 que ocupa una manzana y es utilizado como campo de deportes y cancha de fútbol. En cuanto a la accesibilidad presenta una buena conectividad con el área central, a través de las troncales Mosconi y Misiones. En el sector noreste sobre la Av. Belgrano se asientan los barrios de viviendas El Alto e Integración. Sobre la calle Córdoba se sitúa el Bº Empleados del Petróleo construido para el personal de segunda jerarquía de una de las empresas petroleras que operan en la zona. (ver foto 1, pag. 49)

En el sector medio, sobre la calle Mosconi se localizan los barrios AMUTEPAS II de 60 viviendas, el barrio 24 Viviendas, el Hipasan con 80 viviendas y el Bº CGT de 100 viviendas. (ver foto 2, pag. 49)

Hacia el O sobre la calle Juan Manuel Belgrano se desarrolla el Bº La Falda que comprende una serie de manzanas irregulares y cuya extensión está limitada por el borde de la Barda que allí se desarrolla e impide su expansión. Finalmente en el extremo sur de la zona encontramos el Barrio COPACO de 148 viviendas.

Desde el punto de vista socioeconómico este sector de la ciudad presenta situaciones heterogéneas que van desde un nivel medio a un nivel medio-bajo y bajo. En cuanto a la infraestructura esta área cuenta con servicio de recolección de residuos, red de gas, red de agua potable, alumbrado público y domiciliario careciendo en algunos sectores de red cloacal. La conectividad con las áreas vecinas se produce por las troncales Manuel Belgrano y Mosconi.



### *ZONA PERIURBANA O NUEVAS URBANIZACIONES DEL SUDOESTE*

Las áreas de expansión del casco urbano se localizan hacia el Sur y Suroeste, en los terrenos más altos de la meseta llegando hasta las Bardas y Cerros que enmarcan la ciudad constituyendo el área periurbana. Corresponden a zonas de transición entre la ciudad y el campo, todavía sin urbanizar o parcialmente urbanizadas. Se trata de territorios en consolidación, generalmente sin subdividir, con escasa disponibilidad de servicios e infraestructura y de una gran heterogeneidad en cuanto a los usos del suelo.

En esta zona Sur Oeste de Rincón de los Sauces, la mayor parte de los asentamientos comparten las características de las zonas periurbanas y el avance de la superficie de la mancha urbana causada por el acelerado crecimiento poblacional ha acrecentado la necesidad de desarrollar una infraestructura básica que satisfaga los progresivos requerimientos derivados de la rápida evolución de la ciudad.

Especialmente se manifiesta una acelerada dispersión con el desarrollo de los Barrios de Libertad y Las Bardas cuyo límite Norte es el Parque Industrial 2. Los mismos están habitados en su mayor parte por inmigrantes de la comunidad boliviana que, en gran número, han decidido radicarse en la ciudad. Hacia el S la expansión se produjo a partir de la construcción del Barrio Docente, continuando luego con el Barrio 26 de Abril y los Barrios Cerro de la Cruz 1 y 2. (ver foto 3, pag. 49)

Esta prolongación se expresa asimismo hacia el E; con la continuidad del Casco fundacional hasta la margen izquierda del Zanjón Este. Por otra parte la descontrolada ocupación de muchos terrenos usurpados y sin regularizar ha creado problemas medioambientales importantes que se traducen en la existencia de áreas francamente deterioradas y/o contaminadas incluyendo varios basurales a cielo abierto en la zona de los Cañadones. Asimismo, en algunos puntos el límite natural de los Cañadones Este y Oeste ha sido superado constatándose la existencia de viviendas que han levantado en el propio cauce de los mismos con el grave riesgo que ello implica para sus moradores. (ver foto 4, pag. 49)

### *MORFOLOGÍA GENERAL DE LAS VIVIENDAS*

En términos generales al referirnos a la calidad de las construcciones de la localidad de Rincón de los Sauces, las mismas han sido clasificadas por el INDEC según parámetros de calidad de materiales (CALMAT). Los datos, correspondientes al censo del año 2001 nos indican que de un total de los 2.803 hogares, solo el 47,16% de las viviendas correspondían al Tipo I, presentando materiales resistentes y sólidos e incorporando elementos de aislación y terminación. Este porcentaje se encontraba muy por debajo de la media pro-

vincial y nacional que fueron de 61,71 y 60,24% respectivamente.

Con respecto al resto de los hogares el 33,86% correspondieron a la categoría II, ya que carecían de elementos de aislación o terminación en alguno de sus componentes (pisos, paredes o techo). Un 13,34% de las viviendas no poseían elementos de aislación en ninguno sus componentes (Tipo III) y finalmente un 5,64% de las viviendas estaban construidas con materiales no resistentes ni sólidos o de desecho en al menos uno de los paramentos considerados (Tipo IV). Se debe aclarar que los datos oficiales con los que se cuentan actualmente no reflejan el importante incremento de viviendas que se produjo en la última década, ya que aun no están disponibles los resultados del Censo 2010 por localidad.

### *PARQUES INDUSTRIALES*

A partir de la explotación de los yacimientos de hidrocarburos, la localidad de Rincón de los Sauces fue transformándose paulatinamente en un centro de servicios dependiente de esta actividad francamente dominante en la región. Aunque todavía la estructura socioeconómica de Rincón de los Sauces revela un insuficiente desarrollo industrial, existe una relativa importancia del sector terciario, especialmente liderado por la rama correspondiente a servicios en su mayor parte relacionados al quehacer de las empresas petroleras radicadas en el área.

En los extremos Este y Oeste aparecen los llamados Parques Industriales donde se han radicado la mayoría de estas empresas. Existen actualmente 3 Parques Industriales además de un Parque Industrial Provincial de muy reciente creación (2011) que aun no ha sido demarcado ni ocupado por las empresas adjudicatarias de los respectivos terrenos. En estas aéreas se alojan un total de 290 industrias según el siguiente detalle suministrado por la Municipalidad:

**Parque Industrial 1:** Se consolidó en la década del 70. Ubicado al N de la zona Centro sobre la Ruta 6 y formando un triangulo con la calle Chos Malal y la Diagonal 30 de Octubre abarcando unas 30 manzanas de distintas superficies y formas. Actualmente lo ocupan aproximadamente 100 Empresas en su mayoría de Servicios Petroleros. En cuanto a infraestructura se refiere, cuenta con servicio de red eléctrica y de gas y en forma parcial con red de agua potable y cloacas. (ver foto 5, pag. 49)

**Parque Industrial 2:** En la década del 90 el incremento de la actividad petrolera en la región hace necesaria la ampliación del sector industrial hacia el Oeste consolidándose así el PI 2 que alberga actualmente a 150 Empresas. Se desarrolla desde el Zanjón O, abarcando 3 franjas de aproximadamente 10 manzanas cada una desde la Ruta 6 hacia el sur. Su uso está orientado a empresas de servicios petroleros y



Foto 1. Calle Mosconi, vista desde Cerro La Cruz



Foto 2. B° La Falda- Vista desde la Calle Juan Manuel Belgrano



Foto 3. Zona Periurbana- B° 26 de Abril al Sur de la ciudad



Foto 4. Constucciones ubicadas dentro del cauce del Cañadon Oeste



Foto 5. Parque Industrial 1 ubicado sobre la Ruta 6



Foto 6. Parque Industrial 2 ubicado al oeste del Cañadon Oeste

urbanos y a pequeñas empresas de tipo semi-industrial. Al igual que el PI1 posee tendido de red de gas y de electricidad y parcialmente de red cloacal y de agua potable. (ver foto 6, pag. 49)

**Parque Industrial 3:** Es el de más reciente consolidación. Está ubicado en el periurbano al Este de la localidad y se halla delimitado por el aeropuerto al norte y la ruta 6 como límite sur. En esta zona se identifican aproximadamente 40 establecimientos que realizan distintas actividades de servicios urbanos y petroleros así como comerciales y especialmente los referidos al parque automotor.

Algunos lotes de esta zona están atravesados por un gasoducto que proviene de la meseta del Chivato y que determina un retiro a ambos lados del eje de 25 m cada uno, por el que también pasa la cañería de cloacas que llega hasta los piletones municipales que se encuentran al sur.

**Parque Industrial Provincial:** Recientemente, en el mes de agosto de 2011 por Decreto Provincial Nº 1426/11, el gobierno de la Provincia de Neuquén creó un Parque Industrial Provincial «a los fines de contribuir al desarrollo productivo de la ciudad». El predio ocupa 260 hectáreas, y está ubicado en terrenos fiscales sobre la ruta provincial Nº 5 a pocos kilómetros de la rotonda de acceso a la localidad. Entre los fundamentos, se detalla que «existen empresarios interesados en radicarse en la localidad, quienes aspiran gozar de los beneficios que otorgan las leyes provinciales de Promoción Industrial»

## SERVICIOS Y EQUIPAMIENTOS COMUNITARIOS

Una de las variables más importantes al analizar la jerarquía urbana son los servicios y equipamientos comunitarios, ya que el nivel de complejidad y cobertura de los mismos, inciden en la categorización de las ciudades. Existen servicios fundamentales que influyen en la vida de la población en una localidad. Estos están vinculados a la salud, educación, seguridad pública y recreación que serán analizados a continuación:

### SALUD

Existen en Rincón de los Sauces los siguientes prestadores de servicios sanitarios tanto públicos como privados

- Hospital de Rincón de los Sauces (ver foto 1, pag. 51)
- Clínica Rincón
- Centro Médico del Sol
- Centro de Salud del Barrío La Falda

En general, según lo analizado en este trabajo, podemos concluir que la situación global del sector salud en la localidad de Rincón de los Sauces es deficitaria. Esto se debe principalmente a que el aumento de la población ha superado la capacidad de

atención y servicios de salud disponibles en la actualidad. A continuación se realiza una breve descripción de los establecimientos sanitarios más importantes

El Hospital de Rincón de los Sauces es el principal centro de salud pública de la zona y cuenta con una planta total de 88 empleados, entre médicos, auxiliares y personal administrativo. El establecimiento fue inaugurado el 1 de agosto de 1987 y es cabecera del área correspondiente a la Zona Sanitaria I. Las especialidades médicas brindadas por el Hospital son: Medicina General, Cardiología, Ginecología, Pediatría, Servicios Sociales, Psicología y Odontología. Está equipado con 12 camas para interacción y con una ambulancia propia. Se estima que se atiende aquí a una población de entre 20.000 y 30.000 personas. Esto incluye a los pobladores rurales de una amplia área de influencia que abarca Puesto Hernández, Aguada Lastra, Los Chivatos, Octavio Pico y Rincón Co.

En 2010 se realizaron por consultorios externos aproximadamente unas 5000 consultas, el 60 por ciento de cuales fueron pediátricas, teniendo un promedio de 10 partos al mes. La capacidad de atención y complejidad del hospital de Rincón de los Sauces se encuentran ampliamente superadas ya que, por estar clasificado con un nivel de complejidad III el nosocomio carece de quirófano, revelando una marcada insuficiencia para dar respuesta a las necesidades actuales de la población. Según lo expresado por las autoridades del hospital en la actualidad se derivan un promedio de 2 pacientes por día a la ciudad de Neuquén y las urgencias ginecológicas y quirúrgicas son remitidas a la Clínica Rincón, establecimiento privado dependiente del Sindicato del Petróleo. (ver foto 2, pag. 51)

El siguiente cuadro suministrado por el área de Estadísticas del Hospital indica que un gran porcentaje de las enfermedades epidemiológicas que afectan a la población son de tipo gastroenterológico y según lo expresado por el Director del Hospital en la entrevista realizada en febrero de 2011, se estima que existe una relación directa entre estas afecciones y la calidad del agua de consumo y/o la falta de higiene por la deficiente infraestructura cloacal de una gran parte de las viviendas de la zona. En la Tabla 10 se resumen las principales enfermedades epidemiológicas en Rincón de los Sauces.

La Clínica y Maternidad Rincón es una institución que depende del Sindicato del Petróleo y es la única de la ciudad que cuenta con quirófano para cirugías de complejidad media. La planta de personal médico es de 39 y 16 administrativos. Las especialidades brindadas por los médicos de la Clínica son Medicina General, Cardiología, Pediatría y Neonatología, Ginecología, Otorrinolaringología. Por otra parte el plantel Quirúrgico está compuesto por 3 Cirujanos y 3 Anestesiólogos. Además la Clínica cuenta con servicios





Foto 1. Hospital de Rincon de los Sauces – Nivel de Complejidad III



Foto 2. Clínica y Maternidad Rincon, institución perteneciente al Sindicato del Petroleo



Foto 3. Escuela Primaria N° 346



Foto 4. Escuela Tecnica EPET N° 16



Foto 5. Biblioteca Popular «Don Elias Sapag»

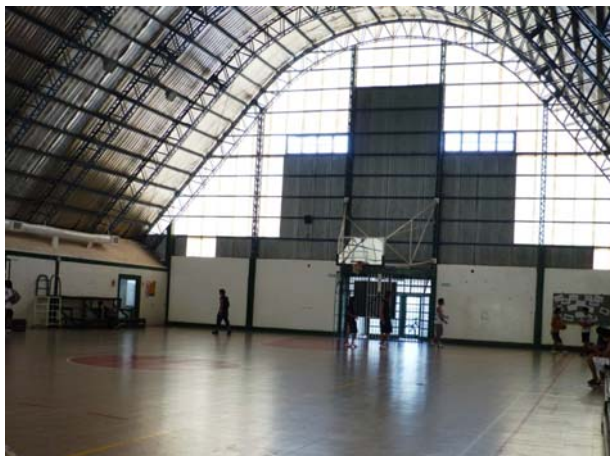


Foto 6. Polideportivo Municipal «Esteban Maraz» - Vista interior

de Laboratorio de Análisis Clínicos (3 profesionales bioquímicos), Odontología, Fonoaudiología, Kinesio-  
logía y Psiquiatría. Tiene una capacidad de 32 camas  
para internación, 20 para adultos, 8 pediátricas, 2  
ginecológicas y 2 de terapia Intensiva.

Completan la infraestructura sanitaria de Rincón  
el Centro Médico del Sol, institución privada que atien-  
de solamente en consultorios externos ya que no cuen-  
ta con internación, el Centro de Salud del Barrio La  
Falda, de reciente formación, consultorios odonto-  
lógicos (privados), Laboratorio de análisis clínicos  
(privado), Hogar Municipal de Ancianos, Farmacias y  
Empresa de emergencias (traslados en ambulancia).

En cuanto a la población con cobertura de obra  
social o plan privado de salud o mutual en la locali-  
dad según datos del INDEC en 2001 el porcentaje era  
del 55,26%. Asimismo en 2001 se verificó la existencia  
de 1338 afiliados al Instituto de Seguridad Social de  
la Provincia del Neuquén.

### EDUCACIÓN

Rincón de los Sauces cuenta con establecimien-  
tos de educación básica y media, no así con educación  
superior. El nivel de instrucción alcanzado por la po-  
blación de Rincón de los Sauces es bajo. Según datos  
del censo 2001 solamente el 18,5% (1.191 personas)  
de la población mayor de 15 años ha completado sus  
estudios secundarios mientras que el 56,7% (3.651)  
posee estudios secundarios incompletos y el 19,47%  
no logró completar los estudios primarios (1.216). So-  
lamente un 5,36% (346 personas) de la población  
tiene título superior. (INDEC, 2001).

Estos datos colocan a Rincón de los Sauces por  
debajo de los niveles medios de instrucción tanto a  
nivel provincial como nacional (Tabla 11). Haciendo  
una lectura del índice de asistencia a establecimien-  
tos educativos por grupos de edad vemos que se regis-  
tra una baja importante en el grupo de 18 a 24 años.  
Esto probablemente responda a la masiva incorpora-  
ción de los jóvenes al mercado laboral o a la inexis-

tencia de una oferta educativa de nivel superior en la  
localidad (Tabla 12).

Desde el punto de vista de la infraestructura edu-  
cativa la situación general es deficitaria ya que el nú-  
mero de aulas es insuficiente en todos los niveles y  
resulta imperiosa la implementación de la oferta de  
educación terciaria para satisfacer las necesidades  
de la población local.

Rincón de los Sauces posee alrededor de una de-  
cena de establecimientos educativos para los nive-  
les inicial, primario y medio, incluyendo escuelas es-  
peciales y de adultos pero carece de instituciones de  
educación terciaria y/o universitaria. Una excepción  
resulta ser la sede del Instituto Terciario de la Pata-  
gonia, (ITP) con una carrera orientada a la enseñan-  
za de la temática petrolera. El título obtenido es el de  
Técnico Superior en Petróleo y en 2011 contaba con  
una matrícula de 10 alumnos. Rincón de los Sauces,  
en sus 12 establecimientos educacionales Provincia-  
les, suma una matrícula de 5.496 alumnos según da-  
tos brindados por el Consejo de Educación local en  
2011.

La infraestructura educativa de Rincón de los Sau-  
ces se distribuye de la siguiente forma:

Nivel Inicial:

JARDIN DE INFANTES 37 CAHUIN RUCA con 290

alumnos y 35 administrativos

JARDIN DE INFANTES 47 con 230 alumnos y 27 ad-  
ministrativos

Nivel Primario:

ESCUELA PRIMARIA 238 GRAL MOSCONI con 678

alumnos y 45 administrativos

ESCUELA PRIMARIA 300 con 520 alumnos y 40 ad-  
ministrativos

ESCUELA PRIMARIA 314 con 370 alumnos y 30 ad-  
ministrativos

ESCUELA PRIMARIA 335 con 580 alumnos y 42 ad-  
ministrativos

ESCUELA PRIMARIA 346 con 580 alumnos y 59 ad-  
ministrativos

Tuberculosis	Hepatitis. A	Neumonía	Parotiditis	Influenza	Diarreas
2	12	7	209	151	350

Tabla 10: Principales enfermedades epidemiológicas en Rincón de los Sauces  
Fuente: Plan de Desarrollo Urbano Ambiental de la localidad de Rincón de los Sauces-CFI (2001)

NIVEL DE INSTRUCCIÓN	MUNICIPIO	PROVINCIA	PAÍS
Sin Instrucción o primaria incompleta	19,47%	19,33%	17,90%
Primaria completa y secundaria incompleta	56,70%	50,44%	48,87%
Secundaria completa y terciario o universitario incompleto	18,47%	22,18%	24,49%
Terciario o universitario completo	5,36%	8,05%	8,73%

Tabla 11: Grado de instrucción de la población de Rincón de los Sauces.

ESCUELA PRIMARIA 355 con 500 alumnos y 47 administrativos

Nivel Medio:

C.P.E.M. 24 con 1000 alumnos y 160 administrativos

E.P.E.T. 16 con 544 alumnos y 130 administrativos. (ver foto 4, pag. 51)

Según los datos aportados por el Consejo de Educación de Rincón de los Sauces en el año 2011 aproximadamente 90 alumnos de nivel secundario quedaron fuera del sistema por falta de capacidad edilicia de los establecimientos educativos existentes en la localidad.

Otros:

ESC. ESPECIAL 14 con 100 alumnos y 31 administrativos

NUCLEAMIENTO RINCÓN DE LOS SAUCES (Adultos) con 104 alumnos y 10 administrativos

Según lo informado por el Consejo Escolar de la localidad a partir de 2012 se sumaría una Escuela Privada dependiente de la Iglesia Cristiana Evangélica que prestará servicios educativos a los 3 niveles de instrucción (jardín, primaria y secundaria). Existen además 3 Institutos Privados de enseñanza de INGLÉS. Desafortunadamente no existen en Rincón de los Sauces albergues para alojar a los alumnos rurales de la zona.

Completando la infraestructura educativo-cultural Rincón de los Sauces cuenta con una Biblioteca Popular y una Casa de Cultura Municipal.

La Biblioteca Popular «Don Elías Sapag» fue creada en 1986 por iniciativa del entonces intendente Enrique Gajewski y comenzó a funcionar como biblioteca municipal en un local de 37 m<sup>2</sup> ubicado donde hoy se levanta la municipalidad. Contaba con un lote de apenas 280 libros donados por los vecinos.

En 1997 la Comisión de Bibliotecas Populares (CONABIP) reconoció a la Biblioteca «Don Elías Sapag» como Biblioteca Popular clasificándola como Catego-

ría «B». El crecimiento demográfico trajo aparejado un aumento considerable de las consultas, generándose la necesidad de ampliación del espacio físico para la lectura. Por ello, el 20 de diciembre de 2002 se produjo la reinauguración de la misma en la actual sede que cuenta con una superficie de casi 240 m<sup>2</sup> y con aproximadamente 10.000 libros. La Biblioteca Popular «Don Elías Sapag» ofrece además cursos de computación con 8 máquinas a aproximadamente 60 alumnos por año a partir de los 4 años de edad. También se brindan en sus instalaciones clases de apoyo escolar.

La Casa de la Cultura convoca en sus instalaciones a los artistas y artesanos de la localidad para realizar y exhibir sus trabajos. Actualmente se encuentra en construcción el edificio que albergará la nueva Casa de la Cultura y que contará con un salón de usos múltiples donde se realizarán diferentes actividades culturales de la comunidad local muchos de los cuales se llevan a cabo al día de hoy en el Polideportivo Municipal. La futura Casa Municipal de la Cultura estará ubicada en el mismo predio donde funciona actualmente.

#### DEPORTES Y RECREACIÓN

Las siguientes entidades nuclean la actividad deportiva y recreativa de la localidad:

**Polideportivo Esteban Maraz.** En el año 2008 fue reinaugurado el Salón de Usos Múltiples del Polideportivo Municipal. En este espacio comunal se realizan todos los festivales, recitales, encuentros deportivos y demás acontecimientos populares que se celebran en esta ciudad. Como institución deportiva se practican aquí los siguientes deportes: basket, patín, gimnasia artística, volley, fútbol, atletismo, rugby y danzas. Además durante los meses de receso escolar, funciona aquí una colonia de vacaciones. Con una planta de 14 personas, 10 profesores y 4 personas de mantenimiento, el polideportivo recibe a más de 600 alumnos de entre 5 a 16 años. (ver foto 6, pag. 51)

Recientemente ha sido inaugurada la llamada **Pista de Salud** dependiente de la Municipalidad local. Se trata de un circuito aeróbico para la realización de caminatas y trotes, con una longitud total de 500 metros que se encuentra ubicado en la zona de acceso a la localidad a escasos metros de la RPN<sup>º</sup>5.

**Balneario y Quincho Municipal.** En la zona costera se ha levantado un quincho de importantes dimensiones dentro del área del Balneario Municipal. El mismo se utiliza para actividades de recreación aunque sus posibilidades reales de aprovechamiento se hallan limitadas dadas las condiciones de inundabilidad del sector. El área de La Costa ubicada en las cercanías del Balneario Municipal posee alumbrado público.

**Centro de Natación.** Inaugurado a principios de 2011. Este Centro de Natación, de gestión privada, cuen-

GRUPOS DE EDAD	ASISTENCIA
3 a 4 años	25,75%
5 años	74,83%
4 a 11 años	99,16%
12 a 14 años	93,27%
15 a 17 años	71,82%
18 a 24 años	13,41%
25 a 29 años	3,94%
30 y mas años	2,59%

Tabla 12: Índice de asistencia a establecimientos educativos por grupos de edad



ta con una pileta que en un principio fue utilizada para realizar tratamientos de rehabilitación kinesiológica y actividades para niños con capacidades especiales. A partir del interés surgido entre una gran parte de la población en la actualidad el Centro ha inaugurado una escuela de natación para niños y adultos. Se proyecta en el corto plazo construir una pileta semi olímpica.

Existe además en Rincón de los Sauces un Club Deportivo, el **Rincón Rugby Club**, creado en 2002 y que actualmente se encuentra en pleno desarrollo. Allí se entrenan en el deporte del rugby más de 50 jóvenes de entre 5 y 14 años además jugadores de las categorías Juveniles y Mayores. En la actualidad cuenta con 2 canchas con iluminación artificial y forestación y en los terrenos del club, situado en la zona del PI2, se está construyendo un local que contara con baños y vestuarios para los jugadores. El proyecto incluye la incorporación de otros deportes como fútbol y hockey. Otras instalaciones deportivas de la localidad son el **Kartódromo y el hipódromo** que se ubican en las zonas periurbanas.

#### SEGURIDAD PÚBLICA

La localidad de Rincón de los Sauces cuenta con las siguientes instituciones de seguridad pública: 1) Comisaría Nº 35 de la provincia de Neuquén y 2) Estación de Bomberos Voluntarios. No existen delegaciones de la Policía Federal, ni de Prefectura o Gendarmería Nacional. **La Comisaría Nº 35:** Depende de la Dirección de Seguridad de Neuquén-y le corresponde el nivel de complejidad 4, que es más alto para este tipo de clasificación. Cuenta con un plantel de 60 efectivos entre oficiales (4), agentes (30), administrativos y personal de maestranza. Dispone además de 6 móviles: 3 autos y 3 motocicletas. La Comisaría posee dos (2) celdas, cada una de ellas con capacidad para 10 personas, un (1) calabozo para prisión permanente con capacidad para 3 personas y un local para el arresto de contraventores (hasta 12 horas de arresto). (ver foto 1, pag. 55)

Según fuentes oficiales se registra un promedio mensual de 40 hechos delictivos en la localidad y la mayor parte de las investigaciones corresponden a la problemática de comercialización de drogas que ha aumentado en los últimos años. En 2011 se secuestraron casi 5 Kg de cocaína y 1 de marihuana. Hubo también un importante aumento de violencia en los locales de esparcimiento nocturno. En 2011 se registraron 60 contravenciones en los 3 Cabarets habilitados que se localizan en la ciudad.

**Estación de Bomberos Voluntarios.** Cuenta con 10 bomberos voluntarios y 2 modernas autobombas que fueron donados recientemente a la institución desde el Departamento de Bomberos de la Ciudad de Vandalia, Ohio, EE.UU. El área de cobertura del destacamento se

extiende desde Pata Mora hasta el llamado Meridiano 10 y desde la localidad de Añelo hasta el límite Sur del Parque Nacional Auca Mahuida. (ver foto 2, pag. 55)

#### INFRAESTRUCTURA DE SERVICIOS

Se define como infraestructura de servicios urbanos al conjunto de instalaciones y redes de prestación de servicios (red vial, de transporte, de distribución de agua potable, cloacas, desagües, gas electricidad, disposición de residuos sólidos urbanos etc.) que sirven de soporte para las distintas actividades que se desarrollan en la ciudad y sus alrededores. Una breve descripción de la provisión de servicios de la ciudad de Rincón de los Sauces resultará de utilidad para la contextualización de la situación de la misma al día de hoy.

Esto responde al hecho que, según lo analizado en este trabajo, existe actualmente en la localidad la urgente necesidad de desarrollar una infraestructura de servicios que contemple las crecientes necesidades derivadas del vertiginoso incremento de la población urbana. A continuación se describe la situación actual de la infraestructura de servicios públicos de Rincón de los Sauces.

#### RED VIAL. CONECTIVIDAD REGIONAL

Es indudable que los caminos son fundamentales para integrar las economías regionales y locales y promover el crecimiento de los centros urbanos. En Rincón de los Sauces se ha generado un asentamiento altamente concentrado y desequilibrado, con problemas de integración territorial debido a la falta de buenas vías de comunicación y a las largas distancias.

La localidad se encuentra a una distancia aproximada de 260 km de la ciudad capital de la provincia de Neuquén, a 120Km de Chos Malal y a otros tantos de Catriel. Desde el punto de vista regional, la falta de una red vial adecuada hacía que, hasta hace poco tiempo Rincón de los Sauces y toda la región circundante exhibieran un importante grado de aislamiento en todas direcciones.

La obra vial mas trascendente realizada en la última década fue el asfaltado de la Ruta Nº 5 que conecta a Rincón de los Sauces con la capital neuquina. Hasta la pavimentación de esta Ruta Provincial, principal vía de comunicación en sentido N-S. La vinculación con la ciudad de Neuquén era muy dificultosa y poco fluida. (ver foto 3, pag. 55)

Actualmente la misma presenta un buen estado de conservación y mantenimiento siendo la de mayor flujo vehicular con la excepción de los 10 kilómetros en la intersección con la RPNº7. A 130km de Rincón de los Sauces la mencionada ruta Nº5 empalma con la Ruta Provincial Nº 7 y en ese punto, existen aun 10 Km. sin pavimentar pero luego continua el asfalto hasta la



Foto 1. Comisaria N° 35 de la Provincia del Neuquén



Foto 2. Estacion de Bomberos Voluntarios de Rincon de los Sauces



Foto 3. Rotonda de Acceso sobre Ruta N°5



Foto 4. Calle centrica donde se realiza el trasbordo de pasajeros



Foto 5. Zona de captación de agua sobre el Río Colorado



Foto 6. Tanque de Reserva Municipal

ciudad de Neuquén pasando por las localidades de Cutral Co y Añelo las cuales concentran la mayor parte del intercambio de bienes, servicios y personas. Esta obra ha contribuido fuertemente a la integración regional de la localidad facilitando la conexión con importantes centros urbanos del norte neuquino.

Por otra parte la vinculación en dirección Oeste-Este se produce a través de la Ruta Provincial N°6, paralela a la margen derecha del Río Colorado, la cual constituye el principal eje de comunicación de la localidad a nivel nacional con las provincias vecinas de Mendoza y La Pampa. Esta conexión es actualmente bastante dificultosa ya que dicha carretera en dirección oeste se encuentra pavimentada solamente hasta Puesto Hernández, y luego continúa consolidada hasta conectarse con la Ruta Nacional N°40, continuando así hasta las ciudades de Chos Malal y Zapala.

Hacia el Este el asfalto llega solamente hasta la localidad de Crucero Catriel y luego continúa consolidada hasta 25 de Mayo atravesando por Octavio Pico.

#### *RED VIAL URBANA.*

La mayor parte de las calles de la localidad están sin pavimentar aunque en la última década se asfaltaron varias calles céntricas y se colocaron los primeros semáforos en el núcleo central del casco urbano. Debido a que la mayoría de las calles son de tierra, la Municipalidad realiza un riego preventivo para evitar el polvo causado por el tránsito. Durante el invierno la remoción de nieve está a cargo de los equipos de Vialidad Provincial.

La prioridad en el asfaltado y la colocación de semáforos en las calles del área central, se justifica entre otras razones, por su importancia como ejes circulatorios, ya que son muy transitadas sobre todo entre las 06 y las 08 hs y después de las 19 hs, horarios coincidentes con el inicio y finalización de la actividad de las empresas petroleras. En cuanto a los desagües pluviales de la red vial, los mismos se desarrollan alrededor de la Plaza Principal y por la calle 20 de Diciembre cruzando la ruta Provincial N° 6 hasta la calle Chos Malal donde descargan en un canal de hormigón que las conduce al río Colorado.

#### *SERVICIOS DE TRANSPORTE*

En cuanto al servicio de transporte público Rincón de los Sauces no cuenta con un servicio de transporte regular de carácter urbano, existiendo únicamente servicios particulares como remises y taxis. Recientemente se ha llamado a licitación por parte de las autoridades municipales para establecer un servicio de colectivos urbanos que realizarían los recorridos por dos circuitos uno por el sector alto de la ciudad (zonas central y oeste) y otro por el sector bajo (zonas sur y suroeste), teniendo como línea divisoria de los

recorridos a la calle Belgrano. La empresa beneficiaria deberá contar con alrededor de 6 o 7 unidades y el servicio tendrá una frecuencia de media hora según se expresa en los términos de la licitación pública realizada a tal efecto.

En cuanto a los servicios de transporte interurbanos estos se hallan a cargo de varias empresas privadas de media y larga distancia que llegan a la localidad. Un detalle de estos servicios brindado por la Municipalidad da cuenta de que dos líneas realizan servicios hacia la ciudad de Neuquén, una línea hacia la ciudad de Mendoza, una línea hacia el sur de la provincia de Mendoza (Malargüe y San Rafael) y una línea hacia Chos Malal. Además existe un servicio hacia la ciudad de Catriel con paradas intermedias que permiten el traslado hacia Octavio Pico y otras localidades vecinas. Cabe aclarar que la localidad de Rincón de los Sauces actualmente carece de una estación terminal de ómnibus y el ascenso y descenso de los pasajeros se realiza en las calles de la zona céntrica del casco urbano. La Municipalidad ha reservado un predio para la futura Terminal y a tal efecto ha promulgado la Ordenanza 457/97 que Reserva una Fracción a favor del Municipio sobre la RP N° 6 de acceso a la Localidad destinada para la futura construcción de una Estación Terminal de Pasajeros. (ver foto 4, pag. 55)

#### *RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE*

El servicio de distribución domiciliaria de agua potable es mantenido y operado por la Municipalidad. En 1997 se construyeron dos pozos filtrantes, instalándose dos bombas dosificadoras para cloración. Los pozos filtrantes de 12 metros de profundidad toman el agua del Río Colorado, y se encuentran ubicados a aproximadamente cinco kilómetros al Oeste de la ciudad y a apenas 50 metros río adentro. (ver foto 5, pag. 55)

Luego de pasar por una planta de cloración, el agua es enviada a través de un acueducto de 0.275 m. de diámetro hasta una cisterna de hormigón armado ubicada a 12 Km. de la planta de cloración, desde donde se introduce en la red de distribución domiciliaria. Actualmente (2011), según datos brindados por la Municipalidad de Rincón de los Sauces, los usuarios conectados a la red de agua ascienden a 6000. (ver foto 6, pag. 55)

#### *SISTEMA CLOACAL*

El primer tendido de red cloacal contaba con una planta de tratamiento primario y fue instalado en el año 1991 en el actual Barrio YPF. El resto de las viviendas correspondientes al casco urbano contaban en ese momento con drenajes individuales (Pozos absorbentes). En 1992 comenzó a proyectarse la red cloacal para el resto de la localidad, que fue ejecutada en 1993. En una primera etapa se realizó el tendido de la red



primaria, con sus respectivas conexiones domiciliarias, hasta la Planta de elevación situada en la zona de la Costa. En una segunda Etapa se realizó el tendido del conducto que conecta la Planta elevadora con las Lagunas de oxidación.

Actualmente la red cloacal de Rincón de los Sauces se conecta a una Planta de Tratamiento de Líquidos cloacales ubicada a unos 5000 m hacia el sur de esta localidad que cuenta con 3 Lagunas de oxidación para decantar los barros. Allí se vierten las aguas del sistema de red a las que se suman diariamente 3 camiones atmosféricos. A la salida de las lagunas de vertido y luego de pasar por una etapa de cloración, el agua es volcada a los canales de riego. (ver foto 1 pag. 59)

Existen actualmente serias dificultades en el funcionamiento de la Planta ya que la misma fue diseñada para la descarga de una red de 2000 conexiones y actualmente recibe las descargas de aproximadamente 3500 hogares. A fines de 2010 se produjeron fallas en el sistema a causa de la rotura de los motores aireadores, que oxigenan las bacterias con que tratan los líquidos cloacales. Como consecuencia de ello se produjo una sobrecarga de sedimentos que resultó en el rebasamiento de las piletas y el consecuente del filtramiento de líquidos al terreno.

Posteriormente, en septiembre de 2011 la sobrecarga del servicio en la Planta de Tratamiento Cloacal obligó a la Municipalidad a autorizar la realización de una excavación en el predio del Basurero Municipal donde se transportan los residuos cloacales domiciliarios e industriales en camiones atmosféricos que descargan allí. Esta instalación no cuenta con ningún tipo de aislamiento por lo que existe una gran posibilidad de contaminación de los terrenos y del agua subterránea principalmente las que componen el primer nivel de acuífero (libre).

#### *CANALES DE RIEGO*

Con respecto a los canales de riego primarios los mismos están distribuidos en dos áreas; la más importante está abastecida por el canal principal en la planicie de inundación del Río Colorado que cubre una superficie de 200 ha de las cuales solo entre 50 y 80 (ver foto 2, pag. 59) ha son productivas. La otra área de riego se abastece a partir del aprovechamiento integral del excedente de la Planta de Tratamiento de Líquidos cloacales. El aprovechamiento de este tipo de agua tiene algunas limitaciones ya que, según la Organización Mundial de la Salud, no es recomendable para riego de alimentos de consumo directo pero si por ejemplo para la arboricultura, por lo que los afluentes de la Planta son utilizados para riego de un área forestada de aproximadamente 500 ha de álamos en los terrenos circundantes a la Planta de Gas Medaños y cuya finalidad es actuar como pantalla para controlar la

contaminación sonora que produce la planta. (ver foto 3, pag. 59)

#### *RED ELÉCTRICA.*

El servicio de provisión de energía eléctrica es brindado por el Ente Provincial (EPEN), y es el más extendido de la localidad con 4700 conexiones domiciliarias según los registros del año 2007. Por su parte, el alumbrado público cubre un área menor que el servicio eléctrico domiciliario y su mantenimiento está a cargo del Municipio. Tendidos de líneas de media y alta tensión atraviesan la localidad de Rincón de los Sauces afectando fuertemente la trama urbana hasta el punto que el tendido de alta tensión que atraviesa la localidad de E a O divide varias manzanas generando importantes espacios residuales. (ver foto 5, pag. 59)

Por otra parte, según datos del EPEN la línea de media tensión de 33 kw que llega a Rincón de los Sauces desde Puesto Hernández recorriendo 25 Km ingresa a la ciudad por la zona del Parque Industrial 2 donde se transforma en 13,2 kw saliendo al sistema de distribución a través de 4 alimentadores que corresponden a las zonas Centro, Costera, Oeste y PI2.

#### *RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS (RSU)*

Uno de los problemas de saneamiento urbano que requiere mayor consideración es el de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU). El impacto ambiental derivado de la recolección y disposición final de los residuos sólidos se ve agravado como consecuencia del aumento de la población, debido a que se incrementa la generación de los mismos. La disposición final resulta la última etapa del sistema de recolección de Residuos Sólidos Urbanos y está íntimamente relacionada con la preservación del ambiente y la salud de la población.

En el caso de Rincón de los Sauces se ha constatado que la recolección de Residuos Sólidos Urbanos es realizada diariamente por la Municipalidad en el 95% de la localidad. La comuna cuenta con un camión de recolección de basura urbana que realiza dos turnos diarios. No se efectúa tratamiento ni reciclaje alguno de los residuos, siendo éstos depositados en un vertedero a cielo abierto. El basurero, que ocupa una superficie aproximada de 120.000 m<sup>2</sup>, está ubicado en la zona periurbana a aproximadamente 5 Km al Sur de la localidad sobre la ruta provincial N°5. (ver foto 4, pag. 59)

La forma de manejo de este vertedero a cielo abierto encierra la posibilidad de contaminación aérea, por quema y en este caso la localización puede considerarse como desfavorable debido a que se ubica en el sector Sur de la ciudad, siendo la dirección predominante de los vientos desde el sector S. A ello se suma el impacto visual por su cercanía a la Ruta Provincial N°5, principal ruta de acceso a la ciudad.

Actualmente no existe selección en origen de los residuos los cuales se vierten y habitualmente se inci-

neran, siendo solamente un porcentaje mínimo cubierto con tierra por la municipalidad. Por otra parte se ha podido constatar la existencia de personas que efectúan la recolección de elementos no perecederos, tales como, vidrios, envases, metales, entre otros, en el predio del Basural para su posterior venta como material reciclable.

Debido a que el basural carece de cierre perimetral no existe ningún control sobre lo depositado allí por los camiones de empresas particulares que acceden al predio por lo que cabría la posibilidad de que algunos de estos residuos pudieran ser contaminantes con las consecuencias ambientales que ello implica.

Con respecto a los residuos Patógenos generados tanto en el Hospital como en la Clínica local, los mismos son recolectados por servicios tercerizados (INDARSA o SABECOM) y trasladados a plantas de tratamiento especializados en las localidades de Neuquén o Plaza Huincul.

Según lo analizado en este informe podemos concluir que la situación ambiental general del basural de Rincón de los Sauces se ha agudizado en los últimos tiempos. La razón principal probablemente sea el explosivo crecimiento demográfico en la última década con el consecuente incremento en la generación de residuos así como la falta de controles sobre lo depositado en el predio. Otro factor de deterioro lo constituye el hecho de que, según hemos mencionado a fines del año 2011 y debido a la sobrecarga en la capacidad de la planta de tratamiento cloacal se autorizó la apertura de una «pileta» en la cual se descargan los líquidos cloacales de los pozos absorbentes que aun existen en la localidad y debido a que esta instalación carece de las aislaciones hidrófugas necesarias, existe una alta posibilidad de contaminación de las aguas subterráneas.

### RED DE GAS

El servicio domiciliario de gas natural abarca prácticamente a la totalidad del área urbana. La red inicial fue instalada por la empresa YPF, cubriendo la superficie del casco urbano original. La red se ha ido ampliando progresivamente en función de la demanda pero la obsolescencia del tendido original, realizado con cañerías de acero, ha generado la necesidad de reponer parcialmente la misma.

## PATRIMONIO NATURAL Y CULTURAL

### PALEONTOLOGÍA

En 1996, en proximidades de la localidad de Rincón de los Sauces, se anunció el hallazgo de ejemplares paleontológicos de singular importancia para el mundo científico. Se trataba de un Titanosaurio completo de un 15 metros de longitud; el único en encontrarse en ese estado en el mundo. Este descubrimiento

abrió nuevos caminos para la localidad que ahora ofrece posibilidades claras para la investigación. Entre los proyectos, tanto del gobierno provincial como del municipio se prevé la planificación y organización de un centro de turismo paleontológico en la zona.

En prueba de la importancia cultural que esto representa para la comunidad la Carta Orgánica Municipal de Rincón de los Sauces en su Artículo 134 expresa: «Declárese de Patrimonio Municipal todo yacimiento arqueológico, paleontológico y espeleológico ubicado en el Ejido Municipal y su protección preservación y explotación quedaran sujetas a las Ordenanzas reglamentarias.»

En cercanías a la localidad, sobre las laderas del volcán Auca Mahuida, se encuentran los yacimientos de fósiles de Auca Mahuevo de fama internacional. Según el profesor en Ciencias Naturales, especialista en paleontología, Leonardo Filippi, actual director del Museo Argentino Urquiza, de Rincón de los Sauces los fósiles de este yacimiento eran conocidos entre los pobladores locales, pero a partir del hallazgo de un dinosaurio articulado a pocos kilómetros de la ciudad en 1996, se generó un gran interés a nivel provincial y nacional sobre el tema. (ver foto 1, pag. 61)

Al momento de realizarse el descubrimiento Rincón de los Sauces no contaba con especialistas que pudieran brindar algún tipo de información al respecto por lo que uno de los integrantes del grupo que había descubierto los fósiles se comunicó con el paleontólogo Rodolfo Coria, director del Museo de Plaza Huincul quien en octubre de 1996, junto al paleontólogo estadounidense David Gillette y su esposa, comenzaron las tareas de rescate de los restos. La labor, que en un principio parecía poco trascendente, fue creciendo inesperadamente a medida que la exploración daba paso a más fósiles. Finalmente, aquellos escasos primeros restos fragmentarios, dieron lugar al hallazgo de uno de los ejemplares articulados de saurópodos titanosaurios más completos conocidos hasta la actualidad.

Posteriormente, nuevos descubrimientos realizados en periódicas campañas paleontológicas en localidades cercanas como Namburana, Aguada Grande, Puesto Hernández y Loma de los Jotes, permitieron aumentar la diversidad de vertebrados cretácicos para su estudio.

La actual línea de investigación, se ha centrado en el estudio de vertebrados cretácicos hallados en la zona correspondientes a dinosaurios saurópodos titanosaurios y terópodos, además de varios ejemplares de tortugas, serpientes y cocodrilos. Asimismo, el descubrimiento de algunos restos pertenecientes a la fauna pleistocénica está permitiendo abrir una nueva línea de investigación sobre los otros «gigantes» del Cuaternario que convivieron con los primeros habitantes de la Patagonia.



Foto 1. Laguna en planta de tratamiento cloacal



Foto 2. Canal de riego en zona agrícola



Foto 3. Nueva Forestacion de la Planta de Gas Medanitos



Foto 4. Vista de los terrenos del Basurero Municipal



Foto 5. Línea de Alta Tensión sobre calle Belgrano



El último descubrimiento de gran trascendencia para la comunidad científica tuvo lugar en septiembre del 2004. Durante una excavación que realizaba la empresa petrolera Petrobras, comenzaron a aparecer vértebras y restos de un gran saurópodo. La empresa cambió la ubicación del pozo para no destruir los fósiles, y se montó un equipo de excavación. En su informe «Petróleo y dinosaurios. La historia del Petrobrasaurus» el Dr. José Ignacio Canudo, miembro del Grupo Aragosaurus brinda una descripción del Petrobrasaurus publicada por la revista Geológica Acta: «Se trata de un saurópodo que podría haber alcanzado unos 20 metros de longitud, ya que el fémur mide 1,60 metros y que pertenece a un grupo de saurópodos que se denominan titanosaurios, que dominaron los ecosistemas de Sudamérica durante el Cretácico Superior. (unos 90 millones de años)».

Se extrajeron dientes, vértebras cervicales, dorsales, caudales, parte de la cadera y de los miembros delantero y trasero. Pero sin duda lo más espectacular fueron los dos fémures completos que pesaban casi 300 kg cada uno. Se necesitaron grúas para poder transportar los huesos fósiles al Museo de Rincón de los Sauces donde actualmente está siendo preparado para su exhibición.

#### ESPELEOLOGÍA

Además del mencionado recurso paleontológico existe en la zona otro tipo de patrimonio científico-cultural representado por los estudios espeleológicos y arqueológicos de las cavernas y cuevas existentes en la zona. Algunas de las cavernas más conocidas son «Las Mininas», donde hay indicios de fauna troglobia y «Los Gatos», donde pueden observarse formaciones de estalactitas. Estas actividades son incipientes y están siendo desarrolladas por el Grupo Espeleológico Rincón de los Sauces. (ver foto 2, pag. 61)

### PELIGROSIDAD NATURAL

La zona estudiada se encuentra localizada en una zona de moderada variabilidad ecoambiental por lo que diferentes peligros naturales e inducidos tienen lugar en la región, la cual exhibe una marcada fragilidad frente a acciones antrópicas. Las inundaciones y la inestabilidad de pendientes constituyen los principales factores de peligrosidad natural, mientras que la degradación del paisaje, de la vegetación y de los suelos, junto con los incendios y contaminación de aguas y suelos aparecen como peligros de tipo mixto o inducidos (natural-antrópico). Asimismo, la peligrosidad volcánica es un aspecto que debe ser encarado con mayor detenimiento a los efectos de evaluar su potencial impacto.

Los procesos que pueden constituir amenazas naturales en el área estudiada son:

- Inundaciones y anegamientos por ascensos freáticos
- Inestabilidad de pendientes debidas a remoción en masa
- Erosión fluvial y cárcavamiento
- Sismos
- Volcanismo

En la tabla 13 se indican los grados de peligrosidad natural según la unidad geomórfica basados en criterios cualitativos. En la confección de la misma se tuvieron en cuenta las características relevantes de las principales unidades geomórficas, el grado de actividad de los procesos geomorfológicos, el registro de eventos históricos, la información suministrada por los pobladores y la comuna y controles de campo. Asimismo, se consideraron la intensidad de los fenómenos, la recurrencia y frecuencia, así como el grado de afectación areal y en infraestructura de cada factor de peligrosidad según la unidad geomórfica. En la Tabla 14 están representados los principales parámetros de los peligros naturales más comunes en la zona.

#### INUNDACIONES Y ANEGAMIENTOS POR ASCENSOS FREÁTICOS

Se ha analizado el grado de susceptibilidad a las inundaciones y anegamientos que presenta la zona sobre la base de los mapas e información generada en aspectos geomorfológicos, de pendientes, de suelos, de vegetación y de red de drenaje, considerándose además información climática, hidrológica e hidrogeológica, datos de usos del territorio y características de las formaciones superficiales. Asimismo, se han tomado en cuenta la existencia de varios estudios previos sobre la problemática. Las inundaciones en ambientes fluviales, o sea el desborde de cursos que abandonan el cauce y ocupan las planicies aluviales, son fenómenos naturales que implican un impacto sobre los hombres cuando éstos ocupan o utilizan geoformas aledañas a los cursos fluviales.

Las inundaciones en la región se producen por: 1) inundaciones por desborde de cursos y 2) ascensos freáticos (anegamientos) en las zonas deprimidas y distales de bajadas y pedimentos. Debido a las características ecoambientales y geomorfológicas, las inundaciones poseen las rasgos propios de inundaciones relámpago (flash-floods), en las cuales los picos llegan muy rápido (muy próximos a la ocurrencia de las precipitaciones), especialmente en las zonas de los Cañadones que provienen de las bardas altas ubicadas al sur de la zona urbanizada. En la Tabla 15 se sintetizan las causas de las inundaciones en la región. Los principales aspectos tenidos en cuenta en la cartografía han sido:



Foto 1. Zona de Yacimientos Fósiles al Oeste de la ciudad de Rincón de los Sauces



Foto 2. Cuevas ubicadas en la zona de la Reserva Provincial Auca Mahuida



	Inundaciones	Ascensos freáticos	Deslizamientos y flujos densos	Caídas de rocas	Erosión hídrica	Erosión eólica
Terrazas fluviales	Alta	Alta	Muy Baja	Nula	Alta	Moderada
Planicies aluviales	Muy Alta	Muy Alta	Nula	Nula	Muy Alta	Baja
Vías de avenamiento secundario (cañadones)	Muy Alta	Muy Alta	Alta	Baja	Muy Alta	Baja
Bajos	Moderada	Alta	Nula	Nula	Baja	Moderada
Taludes aluvio-coluviales	Baja	Moderada	Alta	Muy Alta	Alta	Baja
Abanicos aluviales	Moderada	Moderada	Moderada	Baja	Alta	Moderada
Pedimentos y <i>badlands</i>	Baja	Baja	Moderada	Moderada	Muy Alta	Alta
Planicies estructurales	Muy Baja	Baja	Nula	Muy Baja	Moderada	Alta
Relieve erosivo en las sedimentitas cretácicas	Baja	Baja	Alta	Alta	Muy Alta	Alta
Planicies estructurales lávicas	Muy Baja	Baja	Nula	Muy Baja	Moderada	Moderada

Tabla 13: Peligrosidad natural según geoformas

Evento	Severidad	Duración	Área	Procesos asociados	Repentinez	Pérdidas de vidas	Pérdidas económicas	Persistencia efecto social
Deslizamientos	3	2	2	3	2	3	3	3
Flujos densos ( <i>Debris flows</i> )	3	3	3	3	2	3	3	3
Caídas de roca	3	3	3	3	1	3	3	3
Terremotos	1	3	1	1	1	1	1	1
Inundaciones	1	2	1	1	1	2	2	2
Lluvia de cenizas	Variable	2	2	3	2	3	2	2

Tabla 14: Principales parámetros de los peligros naturales más frecuentes en la zona estudiada. Referencias 1 más grande/rápido-3 más chico

1. Diferencia de altura respecto al nivel del curso fluvial
2. Mayor o menor proximidad a los cursos fluviales
3. Densidad de drenaje de cada unidad geomórfica
4. Génesis de las geoformas
5. Tipo de vegetación y el grado de cobertura (teniendo en cuenta la presencia de comunidades especializadas)
6. Tipos de suelos (presencia de rasgos hidromórficos, textura del suelo y asignación taxonómica)
7. Presencia de drenaje endorreico, pendientes (en general más bajas, más peligrosidad, si bien existen excepciones)
8. Permeabilidad de los materiales superficiales y afloramientos rocosos
9. Información histórica recogida a partir de diversas fuentes

En la tabla 15 pueden observarse las principales causas de inundaciones y anegamientos en la región Patagónica Norte. En la misma se han distinguido tres conjuntos causales principales: climáticas, geológico-geomorfológicas y antrópicas. Asimismo, es posible apreciar la complejidad del fenómeno estudiado para la zona. Las zonas más vulnerables se localizan en los sectores aledaños al río Colorado y a los Cañadones que atraviesan la zona más densamente urbanizada, denominados, en este trabajo, este y oeste. Estos

Cañadones tienen sus nacientes al pie de la barda y, en su tramo superior poseen pendientes longitudinales altas, para volverse subhorizontales en su tramo inferior hasta desembocar en el río Colorado. Permanecen secos la mayor parte del año, pero en respuesta a lluvias importantes ocurridas esencialmente en la planicie estructural que se ubica por encima de la barda (a más de 950 m.s.n.m.) fluyen con gran torrencialidad anegando los sectores urbanos aledaños. En los últimos años, con el incremento de la población, las zonas circundantes a los Cañadones han ido poblándose con lo cual se ha incrementado sensiblemente el riesgo de anegamiento. En particular, en la zona urbanizada circundante al Cañadón oeste, en el sector más elevado del poblado, el riesgo es mayor, sumándose, a la inundación la erosión hídrica que puede afectar viviendas localizadas en las márgenes. Debe tenerse en cuenta que el potencial erosivo de los cursos fluviales se incrementa considerablemente durante los picos de crecida destruyendo puentes y afectando viviendas y otras instalaciones. En líneas generales, los puentes y alcantarillas existentes en los tributarios poseen escasa luz, por lo que se convierten en diques.

La peligrosidad por inundaciones también es alta en los pequeños abanicos aluviales que se forman en la desembocadura de los Cañadones, en la parte alta del área urbana y hacia el oeste de la población. En éstos pequeños Cañadones se observan numerosas evidencias de intervenciones antrópicas que afectan su comportamiento natural, incrementando el grado



CAUSAS DE LAS INUNDACIONES		ACCIONES Y PROCESOS
Naturales	Climáticas	Tormentas
		Grandes lluvias
		Grandes nevadas en zona cordillerana
	Geológico-geomorfológicas	Afloramientos rocosos
		Materiales superficiales poco permeables
		Altas pendientes
		Abanicos aluviales
		Planicies aluviales amplias
		Red de drenaje poco integrada
		Ocurrencia de fenómenos de remoción en masa
	Alto nivel freático	
Antrópicas		Impermeabilización por urbanización
		Remoción de la cubierta vegetal
		Rectificación de cursos
		Obstrucción de cursos
		Ocupación de zonas anegables
		Urbanización de planicies aluviales
		Modificación de la línea de costa
		Remoción de la cobertura edáfica y compactación de los materiales superficiales

Tabla 15: Principales causas de las inundaciones en la región

de peligrosidad de los mismos. Los lotes localizados en los ápices de los abanicos también se encuentran en situación de potencial peligrosidad alta.

#### INESTABILIDAD DE PENDIENTES DEBIDAS A LA REMOCIÓN EN MASA

Los fenómenos de remoción en masa se hallan ampliamente distribuidos en la zona estudiada debido básicamente al alto relieve relativo disponible y a la acumulación de grandes depósitos de material escasamente cohesivo. Sin embargo no alcanzan gran magnitud. El grado de perturbación antrópica y la erosión hídrica de los cursos fluviales actúan básicamente como factores disparadores, junto con las grandes precipitaciones. Los sismos también pueden ser disparadores de movimientos, si bien no existen registros que vinculen ambos fenómenos.

En relación con la inestabilidad de pendientes debida al accionar de la remoción en masa, los factores controlantes considerados más relevantes son: 1) tipo litológico aflorante, 2) características climáticas (intensidad de las precipitaciones, ocurrencia de precipitaciones nivas, congelamiento del agua, entre otras), 3) grado de meteorización y diaclasamiento de las rocas, 4) presencia de cobertura detrítica, 5) inclinación de las pendientes, 6) grado de cobertura y tipo de vegetación de las pendientes, 7) exposición de las pendientes (frente a las lluvias, sol y nieve) y 8) suelos de bajo grado de desarrollo.

Existen diferentes clasificaciones de movimientos gravitacionales, si bien en líneas generales todas suelen utilizar criterios semejantes: tipo de movimien-

to, velocidad, material implicado, participación del agua. En el presente informe se han seguido los lineamientos básicos establecidos por Varnes (1978), con las modificaciones realizadas por Dikau et al. (1996) y Hungr et al. (2001). Los fenómenos más frecuentes pueden ser agrupados de la siguiente forma: 1) caídas y vuelcos, 2) solifluxión, 3) flujos densos (debris flows) y 4) deslizamientos (planares y rotacionales).

De ellos en la zona estudiada, los más comunes y los potencialmente más peligrosos son los primeros, si bien debe establecerse que algunos movimientos son complejos, incluyendo una facies inicial como caída o vuelco y una facies posterior como flujo denso al encauzarse parcialmente en rills o cárcavas pre-existentes e incorporar agua a la masa rocosa seca movilizadora originariamente. La mayor parte de las clasificaciones de movimientos de remoción en masa diferencian entre caídas y vuelcos, indicando un movimiento esencialmente vertical para el primero y un basculamiento del material para el segundo. Sin embargo dada las características de los faldeos, la ocurrencia de uno u otro fenómeno y la similitud en las causas y acumulaciones que generan, los mismos son considerados en forma conjunta.

La mayoría de las caídas/vuelcos se producen por la combinación de varios factores. En primer lugar debe señalarse la configuración geológico-estructural de las sedimentitas cretácicas que ha resultado en la presencia de paredones subverticales. En segundo lugar las discontinuidades litológicas observadas favorecen a estos procesos gravitacionales en detrimento de los otros.

La mayor peligrosidad se relaciona a las bardas que conforman, en sus tramos superiores, las denominadas pendientes aluvio-columbiales y en las zonas de afloramientos rocosos, por lo que sólo son importantes, salvo excepciones, en la zona marginal o periférica de la urbanización. Sin embargo debe tenerse en cuenta que pueden afectar seriamente a las vías de comunicación que conectan a Rincón de los Sauces, así como las instalaciones de servicios y tendidos de electricidad y gas.

La existencia de numerosas familias de diaclasas en las rocas aflorantes (Grupo Neuquén y Basaltos neógenos) y especialmente aquellas subverticales y casi paralelas al frente rocoso, se materializa en la presencia de potenciales planos de debilidad que favorecen el desprendimiento por la acción de cuña al crecer la fractura hacia abajo. Así, se van separando columnas rocosas del frente del afloramiento. Los bloques desprendidos varían entre varios metros hasta alrededor de 1 m. Usualmente, los bloques mayores se disponen en la zona media de la pendiente, cercanos al frente rocoso, mientras que los materiales más pequeños se ubican a cotas inferiores. En general se encuentran en mayor concentración en los Cañadones o en sus aledaños. Los detritos menores presentan un comportamiento diferente. Es frecuente que conformen pequeños conos de caída de rocas que coalescen parcialmente en forma lateral conformando un rock fall talus. Los detritos, producto de las caídas y de la erosión de talud, son retransportados por la acción del agua superficial, o movilizadas por reptaje u otros procesos de remoción en masa, constituyendo la zona media-inferior del talud.

Los flujos densos del tipo debris flows son otro factor de peligrosidad geológica. Se producen por la saturación con agua de los materiales que tapizan la pendiente, los que al movilizarse incluyen al material edáfico y se encauzan parcialmente por los Cañadones o cárcavas. No se han observado evidencias de flujos de dimensiones considerables, ni de una recurrencia significativa. Los pequeños Cañadones de ambos laterales de la zona poblada, así como otros cursos de la región pueden constituir sectores en los cuales puedan encauzarse flujos densos, los que potencialmente podrían afectar zonas pobladas. Diversos factores influyen en la ocurrencia tanto de flujos densos como de deslizamientos, entre los que se cuentan altas pendientes de las cabeceras (más de 30°) y una cobertura de las pendientes de material grueso poco consolidado (aluvial y coluvial) que se asienta sobre roca. Al insumirse el agua en el material muy permeable llega al sustrato rocoso y ahí corre a favor de la pendiente quitando sustentación al material suprayacente y favoreciendo su deslizamiento.

Debe tenerse en cuenta que su generación se encuentra estrechamente relacionada con las condicio-

nes de estabilidad de las acumulaciones de detritos en las pendientes medias, por lo que es fundamental preservar la cobertura vegetal natural de estos sectores a la vez que evitar completamente la realización de movilizaciones de material en las mismas. La preservación de los Cañadones, su no obstrucción constituye un aspecto más de seguridad ya que permitirá el encauzamiento de los flujos aguas abajo. Si bien los asentamientos (deslizamientos rotacionales) son procesos activos en todas las bardas de la región, los mismos no son en general, dadas sus propias características, amenazas considerables para la zona implicada en la urbanización.

### LA GRAN INUNDACIÓN

La laguna Carrilauquen fue originada por un evento de remoción en masa en el cerro Pelán. Varios autores sugieren que un sismo fue el disparador del colapso de la ladera del cerro Pelán (González Díaz et al., 2001 y González Díaz et al., 2007). Este evento produjo un dique natural que obstruyó el río Barrancas y originó un cuerpo lacustre. Los aborígenes la llamaron Carri-Lauquen (laguna verde) y su dimensión era mucho mayor a la que actualmente se observa ya que medía aproximadamente de 21 kilómetros de largo. El 29 de diciembre de 1914 el dique natural del río Barrancas colapsó catastróficamente. Algunos de los factores determinantes en el colapso fueron su gran cuenca de drenaje y un anómalo incremento de la precipitación y acumulación de nieve en el invierno, lo que sumado a un derretimiento tardío de la misma, incrementó considerablemente el nivel de agua de la laguna y provocó el colapso del dique natural (Groeber 1916, González Díaz *et al.* 2001, Hermanns *et al.* 2004), si bien tampoco puede descartarse la ocurrencia de un sismo. Groeber (1916) visitó la cuenca del río Barrancas poco después del evento con el propósito de estudiar las causas del súbito «aluvión» que afectó el valle de los ríos Barrancas y Colorado hasta la desembocadura de este último en el océano Atlántico, con una extensión de más de 1.500 Km. Al arribar a la localidad de Barrancas, cercana a la confluencia de los ríos Barrancas y Grande, encontró un alto grado de destrucción del pueblo a causa de un flujo de detritos. Continuando aguas arriba por el río Barrancas, arribó a la laguna Carrilauquen y al pequeño poblado de Cochicó donde interpretó la naturaleza de ese gran flujo que había resultado devastador para las poblaciones ubicadas a la vera de los valles de los ríos Barrancas y Colorado. Los datos presentados por Groeber (1916) a la Dirección General de Minas, Geología e Hidrología indican que el volumen de agua liberado durante la inundación fue de 1,55 Km<sup>3</sup>. La laguna Carri-Lauquen, de más de 20 Km. se desagotó hasta medir solo 5,5 kilómetros de largo y bajar 80 metros de nivel. Actualmente, en la periferia de la laguna Carrilauquen se observa

una paleocosta a 80 metros sobre el nivel actual de agua. (Penna et al. 2008). El posterior informe del ingeniero S. Blencowe -enviado por la empresa del Ferrocarril Sud- expresó que el lago.... «se debe haber desbordado a las 16 horas del día 29 de diciembre de 1914 y las aguas desbordadas llegaron a la estancia 25 de Mayo (frente a Catriel) a las 14 horas del día 30».

Cuando las aguas alcanzaron la zona de Rincón de los Sauces los habitantes del lugar partieron raudamente hacia las bardas desde donde observaron cómo el río tragaba animales y casas, así como la extensa franja de sauces que habían dado nombre a la localidad. De los datos de la época se desprende que en las colonias Peña Blanca y 25 de Mayo, que forman parte de los territorios del Río Negro y La Pampa Central respectivamente, se perdieron 110 vidas y otras 50 en el territorio de la Provincia de Mendoza, aunque debido al aislamiento de los pueblos y puestos en esa época, es probable que el número de víctimas haya sido mayor. Todos los asentamientos costeros fueron arrasados por la gran inundación y solo algunos puesteros retornaron poco a poco a la zona.

#### EROSIÓN FLUVIAL Y CARCAVAMIENTO

La acción erosiva hídrica es importante en todo el sector medio-bajo del faldeo norte de las planicies estructural y lávica ubicadas al sur del área urbana, así como las márgenes del río Colorado. Tal como se dijera en el apartado Geomorfología, la red de drenaje del faldeo se estructura a partir de varios arroyos y Cañadones en los que coalescen la mayor parte de los pequeños rills y cárcavas que tienen sus nacientes al pie de los afloramientos rocosos superiores. Si bien se encuentran en muchos casos parcialmente ocultos por la vegetación, son muy frecuentes ya que la escasa vegetación, las características litológicas de los materiales aflorantes y las características edáficas favorecen la concentración del flujo y el escurrimiento superficial. Consecuentemente, la erosión constituye el principal factor de la zona, si bien el riesgo implícito es bajo. Los sectores más afectados son las pendientes aluvio-coluviales, abanicos aluviales y las vías de avenamiento secundarias (Cañadones).

Por su parte la erosión lateral realizada por el río Colorado es muy importante y genera numerosos problemas en las zonas ribereñas afectando viviendas y otro tipo de instalaciones. Sería deseable generar un espacio público ribereño protegiendo las márgenes del río con medidas adecuadas de forma tal de disminuir los impactos sobre la población. Asimismo, las tomas de agua actuales, así como la toma del canal de riego, dada sus localizaciones corren peligro de ser afectadas por la erosión lateral del río Colorado. Debe tenerse en cuenta que teniendo en cuenta el hábito de este río, las migraciones laterales son una constante y, si se considera su importante caudal en épocas de cre-

ciente, la erosión lateral puede involucrar grandes extensiones de tierra.

A los efectos de evitar generalizar la erosión hídrica en todo el faldeo debe evitarse la degradación de la cobertura vegetal en todos sus estratos. Asimismo, no deben obstruirse los pequeños cursos ya existentes a los efectos de impedir que se generen nuevos por desbordes de los anteriores. En las zonas en que los caminos crucen los Cañadones debe impedirse que los obstruyan, ya que ante una lluvia de importancia la seguridad de los caminos se vería seriamente comprometida. Consecuentemente deberá contemplarse la ubicación de alcantarillas y de cunetas en algunos sectores que dirijan el escurrimiento hacia aquellas, así como la colocación de gaviones en la cara libre del camino a los costados de las cunetas. Estas acciones son especialmente importantes en el camino perimetral superior. Debe contemplarse el mantenimiento de estas pequeñas obras y la limpieza periódica de cauces y alcantarillas.

#### PELIGROSIDAD SÍSMICA

Un factor importante a tener en cuenta en la estabilidad de las pendientes es la sismicidad, factor natural que es poco considerado en la región, si bien existen políticas nacionales y provinciales al respecto en lo que se refiere a las características constructivas de la obra pública y privada. Un terremoto es la liberación repentina de energía acumulada en un sector de la corteza terrestre. Los movimientos naturales de la Tierra se producen por el desplazamiento de las ondas sísmicas en superficie con su lógico impacto sobre las obras de infraestructura y viviendas. Asimismo, son responsables de generar movimientos en las fallas.

La zona estudiada está comprendida dentro de una zona de arco resultante de la interacción de las placas Sudamericana y del Pacífico, en la cual esta última se subducta por debajo de la primera. Constituye por lo tanto un margen activo.

Consecuentemente, la región se caracteriza por tener una moderada sismicidad y volcanismo activo. Tal particularidad es compartida por todo el sector cordillerano de la Argentina, si bien es posible observar diferencias de magnitudes tanto en lo referente a los terremotos como al volcanismo. Esta heterogeneidad se debe a la combinación de una serie de factores tectónicos entre los cuales se encuentran las heterogeneidades de las placas (litológicas, térmicas, cronológicas), la velocidad de convergencia, las variaciones en los ángulos de incidencia, las características de las rocas aflorantes en la zona de antepaís (fuera de la zona de arco) y las estructuras preexistentes. Los Andes Patagónicos presentan un menor régimen compresivo respecto a los Andes Centrales, lo que resulta en una sismicidad menor (tanto en número de sismos como en intensidad y magnitud de los mismos) y un volcanismo muy impor-



tante. Esta situación es más manifiesta en la zona del arco propiamente dicho, ubicado a esta latitud esencialmente en territorio chileno.

Existen diferentes formas de evaluar los terremotos. Por un lado la denominada Escala de Richter, mide la magnitud de los sismos, en función de la energía liberada y propagada como ondas sísmicas. Por ejemplo, el terremoto de Valdivia de 1960, el más grande determinado hasta el presente, fue casi de 9,0. Por otro lado, la Escala de Mercalli mide la intensidad de los sismos en función de sus efectos destructores. Tiene doce clases (I-XII) y es una clasificación más subjetiva, pero más fácilmente utilizable.

Según la zonificación de la Argentina, realizada por el INPRES (Instituto Nacional de Prevención Sísmica), la región en consideración se encuentra localizada dentro de la Zona 2 correspondiente a un riesgo sísmico moderado (figura 15). Esta asignación es realizada en función de la ponderación de una serie de indicadores y variables entre los que se destacan la recurrencia histórica de sismos, sus intensidades, la probabilidad de ocurrencia de sismos de magnitud alta, la localización geológico-estructural, la presencia de fallas activas y la actividad neotectónica. No se observan evidencias de fallas activas dentro de la zona abarcada por el presente trabajo, lo que no implica

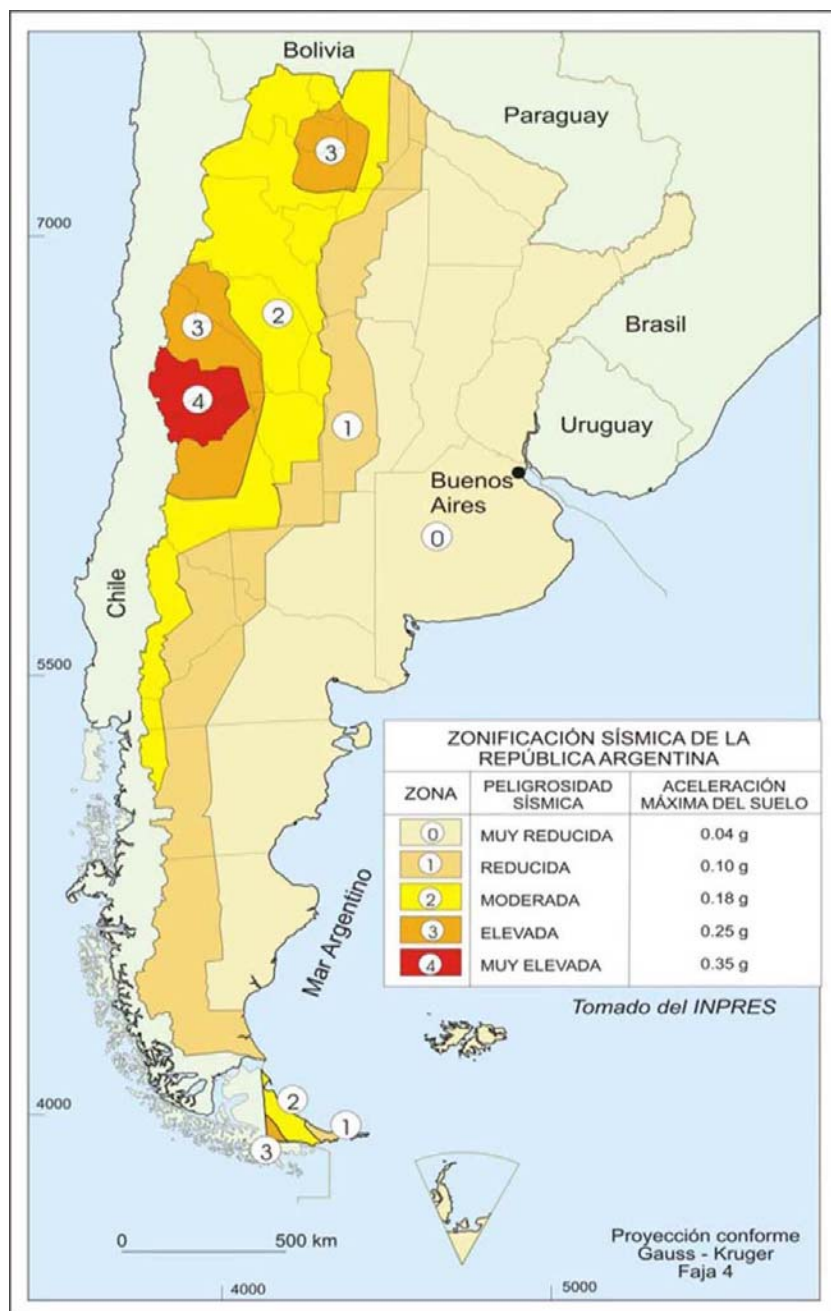


Figura 15. Zonificación de la peligrosidad sísmica de Argentina (fuente INPRES)

que no puedan tener lugar sismos con epicentros en la zona estudiada, producidos en profundidad o que puedan sentirse los efectos de sismos ocurridos en regiones cercanas.

Según el INPRES, la Zona 2, es aquella que presenta una probabilidad superior al 75 % de sufrir los efectos de sismos de intensidad VI, según la escala de Mercalli modificada. Los antecedentes de sismos especialmente destructivos, en el ámbito de la región son escasos, si se lo compara con otras regiones cordilleranas del país. En un sismo de intensidad VI, los movimientos son percibidos por todos; muchos se asustan y salen al descubierto, las personas caminan inseguras, ventanas, platos y artículos de vidrio se rompen, mientras que los adornos, libros y objetos similares se caen de los estantes y algunos cuadros se caen de las paredes. Los muebles se mueven o se vuelcan, los revoques débiles y la mampostería se agrietan, las campanas pequeñas repican (iglesias, escuelas, etc.) y los árboles y arbustos se sacuden visiblemente. Los sismos registrados en la región poseen magnitudes, según la escala de Richter que oscilan entre 4 y 5.

En líneas generales, los efectos directos de los sismos en la región pueden ser comparativamente pocos significativos sobre la población y sus actividades. Para eventos de menor magnitud que V, el impacto mayor tiene lugar en forma indirecta, ya que los sismos suelen actuar como disparadores de los fenómenos de remoción en masa los cuales sí pueden ser catastróficos. Aún sin ocasionar necesariamente grandes movimientos gravitacionales, los sismos actúan como factor importante de inestabilidad de taludes y pendientes y por consiguiente, para la zona considerada, debe tenerse en cuenta en la planificación y realización de cualquier tipo de emprendimiento.

#### PELIGROSIDAD VOLCÁNICA

Entre los 37° y los 42° S se localiza una zona de muy activo volcanismo, con numerosos volcanes que presentan actividad actual e histórica y numerosos aparatos volcánicos que pueden ser considerados como dormidos. La mayor parte de los volcanes activos se ubican en territorio chileno o en la zona del límite, por lo tanto relativamente alejados de los principales centros poblados de la Patagonia Cordillerana argentina. Consecuentemente, el principal peligro volcánico es la caída de cenizas y otros materiales piroclásticos. Debido a su posición latitudinal y su relación con las masas oceánicas, la región de los Andes Patagónicos se caracteriza por tener alta frecuencia de vientos procedentes del O y del SO de gran intensidad. Esta situación incrementa las posibilidades de caída de cenizas y otros productos piroclásticos.

La Zona Volcánica Sur (ZVS) de los Andes Centrales incluye 60 volcanes activos (históricos y holocenos) en Chile y en la Argentina, tres sistemas de calderas con una edad menor a 1,1 Ma y numerosos centros eruptivos menores (Stern, 2004). Se consideran volcanes activos a los que han hecho erupción en los últimos 10.000 años. Dentro de este grupo los volcanes clasificados como históricos son aquellos cuyas erupciones han sido documentadas por el hombre. Los restantes volcanes han sido agrupados como holocenos, ya que sus erupciones tuvieron lugar durante dicha época geológica. La ZVS ha sido subdividida en cuatro segmentos (Fig. 16) a partir de características tectónicas y geoquímicas (Mella *et al.*, 2005). Dichos segmentos son: Norte (33-34,5°S), Transicional (34,5-37°), Central (37-41,5°) y Sur (41,5-46°). En los tramos Central y Sur se desarrolla la Zona de Falla de Liquiñe-Ofqui (ZFLO) que controla, junto con lineamientos NE-SO y NO-SE, la ubicación de los volcanes y centros eruptivos menores (Stern, 2004). Los volcanes activos desde el Lonquimay (39° S) hasta el Hudson (46° S) están alineados a lo largo de la traza de la ZFLO (Hervé *et al.*, 2000).

En este estudio se incluyeron los volcanes que potencialmente pueden afectar al área de trabajo, emplazados a una distancia máxima de 250 km con respecto a la localidad de Rincón de los Sauces entre los 35,45° y 39° de latitud sur. Dichos volcanes se desarrollan tanto en el segmento Transicional como en el Central de la ZVS. El frente volcánico activo se encuentra en la Cordillera Principal y la mayoría de los volcanes activos se hallan en Chile.

El segmento Transicional de la ZVS se despliega entre los 34,5° y 37° S. El arco consiste en una faja que supera los 200 km de ancho compuesta por estratovolcanes desarrollados en bloques de basamento levantados, separados por cuencas extensionales de inter-arco que contienen numerosos conos monogénicos basálticos y coladas. El frente volcánico se ubica en Chile a 270-280 km de la trinchera y se orienta NNE-SSO. La composición del volcanismo varía entre volcanismo de arco subalcalino y alcalino de retroarco (Stern, 2004). El segmento Central se extiende entre los 37° y 41,5° S y su porción Norte presenta un arco de 120 km de ancho, con formación de cuencas de intra-arco y volcanes en Chile y en la Argentina. Al sur de los 39° el arco se torna más angosto (80 km de ancho) y no se generan cuencas de intra-arco. El frente volcánico se encuentra en Chile.

Ramos y Kay (2006) subdividieron la cordillera de Los Andes, al sur de Mendoza y norte de Neuquén, entre los 35° y 39° S, en dos segmentos diferentes separados por el Lineamiento Cortaderas, que consiste en una estructura de orientación NO. La diferencia principal entre ambos tramos es que el sector localizado al N de dicho lineamiento (segmento Transicional de la ZVS) presenta abundantes rocas volcánicas neóge-

nas y depósitos sinorogénicos comparado con el tramo ubicado al S (segmento Central de la ZVS). El amplio desarrollo de volcanismo de retroarco hacia el N del lineamiento, que incluye a la Payenia, es explicado como consecuencia de un período de subhorizontalización de la zona de Wadati-Benioff que tuvo lugar durante el Mioceno medio a tardío (entre 15 y 5 Ma). Este período de subhorizontalización propició la expansión del volcanismo hacia el retroarco, llegando a 500 km al este de la trinchera, y también generó la migración de la deformación en el mismo sentido. El Lineamiento Cortaderas marca el límite sur de esta zona de subducción subhorizontal. Durante el Plioceno y el Cuaternario, en el sector localizado al norte del Lineamiento Cortaderas, se da un cambio en la actividad magmática, es reemplazado el volcanismo con geoquímica de arco por un volcanismo máfico con características de intraplaca, al aumentar el ángulo de subducción (Kay *et al.*, 2006).

Kay *et al.* (2006) explicaron el alto volumen de rocas basálticas de la Payenia como causado por reinserción de astenósfera caliente en el manto litosférico cuando la losa oceánica subductada aumentó el ángulo. Este volcanismo alcalino era fisural o central, como el Payún Matrú, y estaba acompañado por extensión y colapso en el retroarco. El aumento del ángulo de subducción también revela el alto volumen de magmatismo ríolítico pleistoceno en calderas y domos como Planchón, Calabozos, Bobadilla, Varvarco y Domuyo, generado por fusión cortical por subplacado basáltico relacionado con la inyección del material astenosférico.

Durante el Pleistoceno también hay actividad volcánica en el retroarco, en volcanes como el Tromen, en conos monogénicos y complejos alcalinos como el Payún Matrú y Auca Mahuida (Ramos y Kay, 2006). El sector ubicado al sur del lineamiento (segmento Central de la ZVS) fue afectado por extensión limitada al arco y retroarco occidental durante el Plioceno. El volcanismo se expandió al retroarco, en estratovolcanes pertenecientes a la Faja de Pino Hachado, y el volcanismo basáltico asociado a extensión sólo tuvo lugar en la fosa de Loncopué. En el Pleistoceno-Holoceno el arco vuelve a su posición en la Faja de Lonquimay (pendiente occidental de la Cordillera Principal), hacia el oeste de la anterior, donde continúa actualmente.

La Faja de Lonquimay incluye a los volcanes (cuaternario-holocenos) generados en la Cordillera Principal: Chillán, Antuco, Copahue, Lonquimay y Llaima (Burckhardt, 1900). La Faja de Pino Hachado se desarrolla al este de la anterior y está compuesta por volcanes de edad pliocena a cuaternaria temprana (Burckhardt, 1900). Los volcanes que presentan registro de actividad histórica en las cercanías del área de estudio (Fig. 17) son: Descabezado Grande, Cerro Azul

(Quizapu), Nevados de Chillán, Tromen, Antuco, Copahue, Callaqui, Lonquimay y Llaima, y los que cuentan con actividad prehistórica u holocena son: Calabozos, San Pedro, Laguna del Maule, Nevados de Longaví, Lomas Blancas, Resago, Payún Matrú Domuyo, Grupo Volcánico Cochiquito, Puesto Cortaderas, Trocón, Laguna Mariñaqui, Tolguaca, Tralihue y Solipulli. Estos volcanes se encuentran tanto en la Cordillera Principal, en la zona del arco volcánico, como en el retroarco. En la tabla 16 se señalan las principales características de los mismos. El listado de los volcanes y su descripción fue obtenido del Smithsonian Global Volcanism Programme y complementado con la información citada en esta sección.

El macizo volcánico del Tromen se localiza a los 70,03° O - 37,14° S, en el retroarco. Se trata de un macizo volcánico alargado en sentido N-S de edad pliocena a cuaternaria, desarrollado sobre la Faja Plegada y Corrida de Chos Malal y constituye una de las acumulaciones volcánicas de retroarco más extensas de la porción sur de los Andes Centrales (Folguera *et al.*, 2008). Es contemporáneo con el Campo Volcánico de La Payenia. Está compuesto por una serie de volcanes poligénicos como los cerros Wayle, Tromen, Negro del Tromen y Tilhue, además de domos como el cerro Bayo y numerosos conos monogénicos.

Las unidades que integran el macizo del Tromen han sido subdivididas en tres grandes grupos: una secuencia silíceo con afinidad de arco, de edad pliocena temprana, correspondiente a domos silíceos (cerro Bayo); coladas basálticas y andesíticas dominantes que conforman un *plateau* del Plioceno tardío-Cuaternario inferior, aflorante en la porción occidental del macizo, y por último, una serie de volcanes mono y poligénicos del Cuaternario tardío. Estos volcanes están alineados a lo largo de fisuras N, NE y ENE, e incluyen los estratovolcanes Tromen, Wayle, Polco, Boliviano, Piujenta y Buta Mallín y los domos Palao y Tilhue, además de numerosos centros de pequeñas dimensiones (Kay *et al.*, 2006; Folguera *et al.*, 2008). Las unidades del Plioceno tardío y Cuaternario tienen características de intraplaca.

Los centros volcánicos más jóvenes corresponden al volcán Wayle (1,04±0,06 Ma) y al cerro Negro del Tromen (175 Ka). Las últimas erupciones del cerro Negro del Tromen habrían tenido lugar en período precolombino (Groeber, 1928) y el cráter central presenta actividad geotérmica (Folguera *et al.*, 2008). Von Wolf (1929) reportó una erupción en 1822 y asignó las erupciones del Pomahuida\* en 1820, 1923, 1927 y 1928 al Tromen, aunque esto no ha sido confirmado (Smithsonian Global Volcanism Programme). Además, el Padre Havestadt en 1752 mencionó que el volcán emitía «humo negro y espeso» (Guerello, 2006).

Los volcanes restantes se hallan, la mayoría, al oeste en la cordillera, en Chile o en el límite interna-



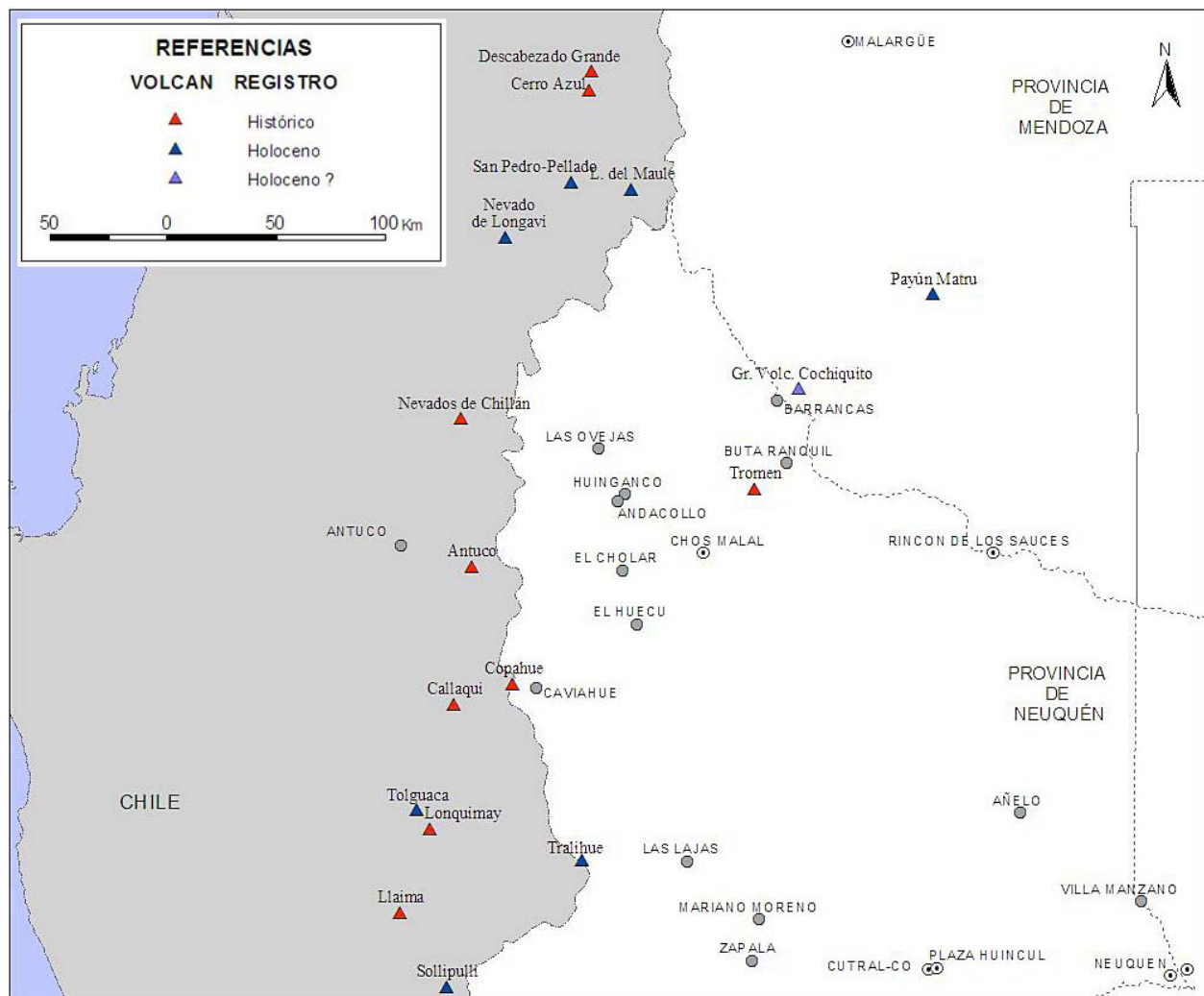


Figura 17. Distribución de los volcanes activos en la zona andina argentino-chilena a la latitud de Rincón de los Sauces.

cional; son escasos los ubicados al N, NE y SE del área de estudio e incluyen al Payún Matru y el Auca Mahuida, ambos en la Argentina. Los volcanes que tienen registro de actividad histórica, más cercanos a la zona de trabajo son: Antuco, Nevados de Chillán y Copahue; los dos primeros se ubican en Chile y el último en el límite internacional. Los restantes, activos durante el período histórico son: Callaqui, Lonquimay, Llaima, Cerro Azul (Quizapu) y Descabezado Grande. La composición de todos estos volcanes es mayormente basáltica-andesítica, aunque se reconocen centros más diferenciados, como el Quizapu y Descabezado Grande.

Los volcanes que han hecho erupción durante el período histórico presentan un VEI (índice de explosividad volcánica) que varía entre 1 y 5. El índice de explosividad volcánica es una medida de la energía de la erupción y se relaciona con la altura de la columna eruptiva. A mayor índice de explosividad es

mayor la altura de la columna eruptiva y mayor la cantidad de material que puede ser transportado y luego depositado como caída de tefras. Entre los factores que influyen sobre la distancia de transporte de las tefras se encuentran la altura de la columna eruptiva y la intensidad de los vientos (Cas y Wright, 1988). A modo de comparación, durante la erupción del Llaima en el año 2008, que tuvo un VEI de 2, las cenizas alcanzaron las poblaciones de Zapala y Mariano Moreno, ubicadas aproximadamente 150 km al este.

La erupción de 1932 del volcán Quizapu (cráter situado en el flanco norte del volcán Cerro Azul) tuvo un VEI de 5 y las cenizas emitidas llegaron hasta Río de Janeiro, ciudad localizada a más de 2900 km del volcán. Además de las características de la erupción, los vientos influyen en la dispersión de las cenizas, y en este caso los vientos predominantes provienen del oeste, favoreciendo el transporte de las mismas hacia el área de estudio.

Existen numerosos factores de peligrosidad relacionados a la actividad volcánica. Los estilos eruptivos determinan la potencial peligrosidad de una erupción volcánica. La viscosidad del magma es el factor central. Cuanto más viscoso es el magma menor fluidez tendrá la lava. La viscosidad depende de tres factores: la composición química y mineralógica; la temperatura del magma y el contenido de volátiles (gases del magma). A su vez, estos tres factores son consecuencia de la ubicación geológica del volcán. Si la lava es muy viscosa, la erupción volcánica será de tipo explosiva y por lo tanto mucho más peligrosa. Según el grado de explosividad de un volcán, predominan en la erupción diferentes productos: lavas, fragmentos de rocas (piroclastos) y gases. Consecuentemente, según el predominio de uno u otro producto, las erupciones pueden ser efusivas, explosivas o exhalativas.

Es posible diferenciar, según los factores antes señalados (composición química-mineralógica, temperatura del magma y contenido de volátiles), distintos tipos de lava, las cuales presentan mayor o menor viscosidad. Por su parte, los materiales piroclásticos, fragmentos de roca de volcán y de lava parcialmente solidificada expulsados por explosión durante las erupciones, son clasificados básicamente según su tamaño. En consecuencia los principales tipos considerados son: bombas (fluidas, redondeadas) y bloques (angulosos), ambos de varias decenas de centímetros; lapilli, de tamaños mayores a 2 mm y generalmente menos de 10 cm y la denominada ceniza, de tamaño arena (menos de 2 mm hasta 0,62 mm). Parte del material cae en forma balística, directamente por efecto de la explosión; otra parte se moviliza como flujos piroclásticos y, finalmente, la parte más fina, como lluvia de cenizas (mediando acción del viento).

Existen muchos fenómenos peligrosos asociados a los volcanes, excluyendo los terremotos y tsunamis, se reconocen seis:

- Flujos de lavas
- Caída balística de tefras
- Flujos piroclásticos
- Lluvias de cenizas
- Emisión de gases
- Lahares y glacier bursts (explosión de glaciares)

En líneas generales, los efectos de los diferentes peligros volcánicos se limitan a las cercanías de los aparatos volcánicos, a excepción de las lluvias de cenizas, las cuales pueden afectar grandes extensiones y zonas alejadas a varios cientos de kilómetros del centro eruptivo.

En conclusión, si se tiene en cuenta la localización de los volcanes en la Cordillera de los Andes y la ubicación de los centros poblados en la Argentina, salvo en contados casos los efectos de las erupciones se limitarían a la lluvia de cenizas.

Dentro de la zona directamente abarcada por el presente proyecto y en las zonas inmediatamente aledañas (que pudieran tener un efecto directo sobre la zona urbanizada), no hay evidencias de volcanismo cuaternario, por lo que se descarta la posibilidad de una erupción volcánica en la zona. Consecuentemente, la zona comprendida en el proyecto presenta un grado de peligrosidad volcánica moderada a baja, si se consideran la mayor parte de los productos que pueden generar los aparatos volcánicos. El área se halla fuera del alcance de las fracciones volcánicas más gruesas (tefras balísticas) y de aquellos procesos generados por las erupciones como flujos piroclásticos, lahares, flujos lávicos y exhalaciones gaseosas. En relación con la caída de tefras (cenizas y lapilli), favorecida por la dirección e intensidad del viento (más del 80% procedentes del oeste), tiende a aumentar la peligrosidad y la zona potencialmente más afectada se dispone en forma homogénea en toda la región considerada, ya que depende esencialmente del volumen y tamaño de los materiales eyectados y de la dirección de los vientos en el momento de la erupción.

Los efectos e impactos de las lluvias de ceniza en la región, si bien son múltiples y variables, pueden resumirse en los siguientes: 1) Sobre la vegetación natural y la fauna, 2) Incendios forestales, 3) Sobre la agricultura y la ganadería (pérdida de cosechas y mortandad de animales), 4) Sobre los cuerpos de agua y sobre el abastecimiento de agua, 5) Sobre las viviendas, vías de comunicación y obras de infraestructura, 6) Sobre el transporte (terrestre y aéreo), 7) En las comunicaciones y 8) Sobre la salud de las personas (principalmente problemas respiratorios, pero también puede provocar afecciones en la piel o en la vista).

#### EVALUACIÓN DE LA PELIGROSIDAD GEOLÓGICA

La predicción y la prevención (tanto en lo referente a medidas estructurales como no estructurales) constituyen elementos centrales que deben ser incorporados a los planes de desarrollo urbano.

En función de las características de los potenciales peligros, la configuración de las pendientes (teniendo en cuenta tanto los diferentes tramos diferenciados como sus inclinaciones y los procesos geomorfológicos involucrados) y la distribución de los suelos y la vegetación, se ha realizado una zonificación de la peligrosidad diferenciando tres sectores, tanto para las inundaciones, como para movimientos gravitacionales y la erosión hídrica:

- Peligrosidad alta
- Peligrosidad moderada
- Peligrosidad baja a nula
- Se han generado un mapa temático de Peligrosidad

Considerando la conjunción de fenómenos naturales peligrosos, la zona de mayor peligrosidad corresponde a aquellos sectores en los que las pendientes son mayores al 40%, la proporción de afloramientos rocosos es alta y los suelos son poco potentes o se encuentran cubiertos por detritos movilizados por remoción en masa o por escurrimiento superficial. Asimismo, son los sectores en los cuales son frecuentes los bloques grandes en la pendiente, alguno de ellos frescos, lo que evidencia una alta actividad geomorfológica materializada principalmente en caídas o vuelcos.

La zona de alta peligrosidad corresponde principalmente a las geoformas planicies aluviales del río Colorado, abanicos aluviales y Cañadones, así como las pendientes aluvio-columbales, ubicadas al pie de las bardas y los pedimentos. En estos sectores se concentra la mayor parte de la actividad geomorfológica si bien, tal como se dijera previamente. Por último, si se tiene en cuenta la recurrencia, en tiempos geológicos recientes de la depositación de cenizas en el territorio provincial, la probabilidad de ocurrencia de estos fenómenos es alta y por lo tanto debe ser tomada en cuenta en el futuro en los planes de defensa civil.

Finalmente, puede establecerse que en términos generales, la zona abarcada en este estudio muestra un estado de conservación alterado, habiéndose modificado la estructura y composición de los ambientes y vegetación naturales. Los suelos de la zona poseen en general una alta vulnerabilidad a procesos erosivos, principalmente en áreas de mayores pendientes y en donde se observa menor cobertura vegetal. En las recorridas efectuadas se vieron cárcavas, parches de suelo desnudo o de baja cobertura vegetal, y sectores de laderas parcialmente desestabilizadas.

## UNIDADES DE PAISAJE

La región estudiada, considerando las características generales del paisaje, presenta una considerable variabilidad geoambiental que se plasma en un complejo mosaico de Unidades de paisaje. A los fines de brindar pautas acerca de una futura urbanización, es necesario realizar una zonificación que considere cualitativamente todos los aspectos, ya que de otra forma, al privilegiar uno de ellos se correría el riesgo de subestimar o sobreestimar algún factor. En tal sentido se han seguido los lineamientos básicos planteados en Pereyra et al. (2005) para la zona de S.C. de Bariloche.

Las Unidades de paisaje descriptas presentan un aceptable grado de homogeneidad interna por lo que las mismas son unidades funcionales, útiles a los fines de su ponderación frente a una futura urbanización. Se ha hecho una zonificación en función de las características más relevantes del medio natural, de-

finiéndose ocho Unidades de paisaje. Se entiende por ellas a aquellos sectores ambientalmente homogéneos en comparación con otros aledaños en una ecoregión determinada. Surge de la consideración cualitativa de los principales aspectos que hacen a la dinámica natural y se han definido en función de:

- Características geomórficas
- Características bióticas
- Características geológicas
- Características edáficas
- Características hidrológicas.

Las áreas han surgido de la reinterpretación del Mapa Geomorfológico y su combinación con la información sobre vegetación. Las unidades geomórficas incluyen una serie de aspectos que hacen a los otros factores, en particular los geológicos y los climáticos. Los factores que se han considerado son el proceso geomórfico dominante, los procesos secundarios, la intensidad, la antigüedad y la forma que ha adquirido el accionar de los mismos. Los parámetros físicos que se tuvieron en cuenta y, que reflejan parcialmente a los anteriores, son: relieve relativo, rugosidad del terreno, características de la red de drenaje y de los cursos fluviales presentes, grado de actividad morfodinámica, inclinación de las pendientes, existencia de afloramientos rocosos o cobertura de detritos sueltos, entre otros.

En referencia a las unidades de vegetación se han estimado especialmente las grandes formaciones vegetales como estepa arbustiva, estepa herbácea, estepa mixta, comunidades especializadas y cultivos o forestaciones y en cada caso se ha prestado atención al grado de cobertura existente. Asimismo, se analizaron los aspectos más relevantes de los suelos, básicamente el grado de desarrollo de los mismos, profundidad, textura dominante y las características más relevantes de los horizontes superficiales.

En algunos casos, según los parámetros considerados, se han realizado valoraciones cualitativas y semicuantitativas en grandes rangos, como por ejemplo en lo referente a los rangos de pendientes, muy alta, alta, media, baja y muy baja o en el establecimiento de grados de desarrollo de suelos o en los grados relativos de morfodinámica. Las unidades así definidas pueden ser utilizadas como unidades de análisis para evaluar el grado de aptitud de las mismas ante diferentes acciones antrópicas, como por ejemplo aptitud frente a la expansión y desarrollo urbano.

Los elementos así definidos, representados en el Mapa adjunto, son:

- Planicies aluviales y Cañadones con escasa vegetación herbácea
- Terrazas fluviales con estepa
- Pedimentos con escasa vegetación arbustiva
- Abanicos aluviales con estepa mixta
- Planicie estructural con estepa arbustiva



Unidad de paisaje	Formaciones geológicas aflorantes	Material Superficial	Morfodinámica actual	Relieve relativo pendientes	Suelos principales	Vegetación	Agua subterránea
Planicie estructural con estepa arbustiva	Cuaternario (gravas+arenas parcialmente cementadas)	Grueso y arenoso	Baja	Muy bajo	Aridisoles Entisoles	Estepa arbustiva	Varios acuíferos profundos y salinos
Terrazas fluviales con estepa	Cuaternario inconsolidado	Grueso y arenoso	Alta	Muy bajo	Entisoles	Estepa mixta	Varios acuíferos someros discontinuos
Abanicos aluviales con estepa mixta	Cuaternario inconsolidado	Grueso y arenoso	Alta	Bajo	Entisoles	Estepa mixta	Acuíferos pequeños discontinuos
Taludes aluvio-coluviales con escasa vegetación	Sedimentitas cretácicas y Cuaternario inconsolidado	Grueso y afloramiento rocoso	Muy alta	Muy alto	Entisoles	Escasa arbustiva	Sin acuíferos, permeabilidad fisural
Relieve denudacional con escasa vegetación	Sedimentitas cretácicas y Cuaternario inconsolidado	Grueso y afloramiento rocoso	Alta	Muy Alto	Entisoles	Escasa arbustiva	Acuíferos profundos, permeabilidad fisural
Planicie lávica con estepa mixta	Cuaternario (lavas)	Rocas y arenoso	Baja	Muy bajo	Aridisoles Entisoles	Estepa mixta	Varios acuíferos profundos y salinos
Pedimentos con escasa vegetación arbustiva	Sedimentitas cretácicas y Cuaternario inconsolidado	Grueso y afloramiento rocoso	Moderada	Moderado	Entisoles Aridisoles	Escasa arbustiva	Acuíferos profundos, permeabilidad fisural
Planicies aluviales y cañadones con escasa vegetación herbácea	Cuaternario inconsolidado	Grueso y arenoso	Alta	Muy bajo	Entisoles	Estepa herbácea	Varios acuíferos someros discontinuos

Tabla 17: principales características de las unidades de paisaje diferenciadas

- Planicie lávica con estepa mixta
- Relieve denudacional con escasa vegetación
- Taludes aluvio-coluviales con escasa vegetación

Las características relevantes del medio físico para cada una de las Unidades de paisaje diferenciadas se encuentran resumidas en la tabla 17. En líneas generales toda la zona considerada muestra mayor o menor grado de intervención antrópica por lo que se ha tenido en cuenta, para cada una de estas unidades, los diferentes usos actuales de la tierra, densidad de ocupación y grado de modificación del medio natural debido a la acción humana. Estas unidades, al reflejar las características del medio natural y el grado de intervención humana constituyen unidades homogéneas las cuales pueden ser utilizadas como base del análisis y propuesta de futuras acciones en el ámbito del ejido municipal y zonas aledañas.

#### PLANICIES ALUVIALES Y CAÑADONES CON ESCASA VEGETACIÓN HERBÁCEA

En esta unidad se observan sedimentos gruesos fluviales y ocasionales afloramientos rocosos. Los primeros son bloques, gravas, arenas y limos en proporciones variables. Estos materiales se disponen en forma heterogénea, presentando intercalaciones de granulometrías gravillo-arenosas con estratificación.

En las depresiones hay sedimentos finos orgánicos en los mallines. En algunos sectores hay gravas y arenas con estratificación. En la parte superior se encuentran sedimentos arenosos eólicos recientes de escaso espesor. La morfodinámica es alta, especialmente en los sectores marginales (escarpas de erosión) y en los cauces que la disectan, en los que la erosión hídrica es importante así como los anegamientos.

En los tramos en los que la remoción de la cobertura vegetal ha sido considerable la erosión eólica puede ser importante. La vegetación de esta unidad es variada, si bien predomina la estepa herbácea. En las áreas más modificadas por urbanización crecen especies exóticas y la regeneración se produce en forma natural. Los suelos dominantes son principalmente Entisoles con bajo grado de desarrollo. En las depresiones hay suelos hidromórficos y orgánicos. La peligrosidad geológica en general es alta, siendo la erosión hídrica el principal factor. La zona presenta un uso predominantemente urbano de baja a media densidad. También tienen lugar usos recreativo-turísticos.

#### TERRAZAS FLUVIALES CON ESTEPA

En esta unidad aparecen depósitos fluviales heterogéneos, predominantemente gruesos. Son sedimen-

tos gravillo-arenosos generalmente con grosera estratificación. En las depresiones hay sedimentos finos orgánicos en los mallines. En la parte superior se observan sedimentos arenosos eólicos recientes de escaso espesor. Esta unidad comprende las terrazas fluviales ubicadas en el sector norte del área poblada correspondiendo a los sectores aledaños al río Colorado. El relieve es subhorizontal. Los diferentes niveles de terrazas se escalonan con pequeños resaltos subverticales y están disectadas por pequeños cursos que desaguan en los ríos antes mencionados. Las pendientes son bajas así como el relieve relativo y la morfodinámica actual, la que se limita a la erosión-depositación fluvial localizada en los pequeños cursos y en la escarpa de erosión que limita la terraza baja en relación con el cauce actual de los ríos. La erosión eólica se limita a los sectores en los cuales la vegetación natural ha sido removida.

La vegetación se presenta como un mosaico formado por matorrales mixtos (estepas herbáceo-arbustivas y forestaciones). Son áreas muy modificadas por diversos usos del suelo. Los suelos son esencialmente Entisoles (Ortentes y Fluventes) de escaso a moderado grado de desarrollo, con perfiles simples y en menor medida, Inceptisoles. Los suelos son arenosos y areno-francos y la pedregosidad es moderada a alta observándose también la participación de materiales eólicos. En las zonas deprimidas se han formado suelos hidromórficos y orgánicos. La unidad posee un grado de peligrosidad natural moderada debido esencialmente a las posibilidades de inundaciones y anegamientos a los que se suma la erosión hídrica. La degradación de la cobertura vegetal natural es muy importante. El uso urbano es de alta, media y baja densidad y hay también algunas áreas forestadas y de recreación.

#### PEDIMENTOS CON ESCASA VEGETACIÓN ARBUSTIVA

En esta unidad afloran sedimentitas (esencialmente areniscas) del Grupo Neuquén. En los sectores más elevados suelen encontrarse depósitos gruesos de diversos orígenes. Como cobertura de los anteriores, predominan los depósitos aluviales (bloques, gravas, arenas y limos). En todos los casos exhiben una importante cobertura eólica arenosa, parcialmente edafizada. Es una unidad caracterizada por una moderada a baja morfodinámica, bajas pendientes y bajo relieve relativo. En los sectores cuspidales en la actualidad predomina la acción eólica, facilitada localmente por la degradación de la cobertura vegetal. Pequeños cursos fluviales de altas pendiente la atraviesan. En las pendientes el reptaje es el proceso dominante y forma conos de deyección y taludes por coalescencia de los mismos. Predominan, como procesos activos, la remoción en masa y la erosión hídrica.

La vegetación dominante corresponde a una estepa arbustiva rala. Los suelos son Entisoles y Aridisoles. Los Entisoles son suelos de bajo grado de desarrollo, usualmente más delgados y más jóvenes y pedregosos. Son Torriortentes y Torripsamentes, en este último caso formados a partir de depósitos eólicos arenosos. Los Aridisoles son principalmente Argides, Calcides y Cambides, de moderado grado de desarrollo, tienen perfiles simples, son arenosos y areno-francos y la pedregosidad es moderada y evidencias de participación de materiales eólicos. La zona presenta un grado de peligrosidad geológica moderada a baja dada la ocurrencia de deslizamientos, flujos densos, erosión hídrica y anegamientos localizados. El uso de la tierra se vincula esencialmente con la actividad ganadera y urbana.

#### ABANICOS ALUVIALES CON ESTEPA MIXTA

Los materiales que se observan en esta unidad están compuestos básicamente por rodados, gravas y arenas de origen fluvial. Son materiales esencialmente gruesos y groseramente estratificados, con intercalaciones de lentes de sedimentos más finos (limosos, arcillosos y orgánicos). Estos sedimentos son de origen fluvial y se deben a eventos de agradación que fueron constituyendo los diferentes abanicos aluviales de los arroyos provenientes de la barda sur. Hay pequeñas acumulaciones superficiales de arenas eólicas de escaso espesor y, en las depresiones pueden encontrarse materiales finos orgánicos de mallines. Las pendientes y el relieve relativo son bajos salvo en los resaltos, configurando un relieve sub-horizontal. En las planicies aluviales actuales de los cursos de los abanicos la morfodinámica es alta, mientras que en el resto de la unidad la misma es baja. El proceso actuante es la erosión hídrica y el aluvionamiento.

La vegetación de los abanicos es la estepa mixta (herbácea-arbustiva), si bien la cobertura es escasa. También se observan elementos exóticos. Predominan, asociados a los cursos fluviales, los suelos de tipo Entisoles de muy escaso desarrollo y muy pedregosos (Ortentes). También hay Inceptisoles de escaso a moderado grado de desarrollo, con perfiles simples y generalmente con rasgos hidromórficos y Aridisoles de bajo grado de desarrollo. Los suelos son arenosos y areno-francos y la pedregosidad es moderada e indican la participación de materiales eólicos. En las zonas deprimidas aparecen suelos hidromórficos y orgánicos. La peligrosidad natural es moderada a alta y se limita a las inundaciones y a la erosión hídrica. La degradación de la cobertura vegetal es considerable. Los usos actuales se vinculan básicamente a un uso urbano de baja a media densidad y, en las zonas aledañas, es predominantemente ganadero. Existen algunas instalaciones comunitarias y sociales y vías de comunicación.

### PLANICIE ESTRUCTURAL CON ESTEPA ARBUSTIVA

En esta unidad afloran rodados fluviales cuaternarios parcialmente cementados que cubre a las areniscas del Grupo Neuquén. En los sectores más elevados suelen encontrarse depósitos gruesos de diversos orígenes. Como cobertura predominan los depósitos aluviales (bloques, gravas, arenas y limos). En todos los casos exhiben una importante cobertura eólica arenosa, parcialmente edafizada. Es una unidad caracterizada por una baja morfodinámica, pendientes muy suaves y bajo relieve relativo y los procesos activos son las erosiones hídrica y eólica. En los sectores cuspidales en la actualidad predomina la acción eólica, facilitada localmente por la degradación de la cobertura vegetal. Se dispone por encima de los 900 m aproximadamente. En las depresiones se encuentran mallines.

La vegetación dominante corresponde a estepas arbustiva. Las estepas y mallines conservan su carácter fisonómico-florístico respecto de las formaciones naturales. Aparecen Aridisoles de moderado a alto grado de desarrollo, potentes y con horizontes diagnósticos. Los suelos son arenosos y areno-francos y la pedregosidad es moderada, indicando la participación de materiales eólicos. Son principalmente Petrocalcides, Petrogipsides y Haplargides. En algunos sectores más erosionados aparecen Entisoles de muy escaso desarrollo y muy pedregosos (Ortentes) y arenosos (Psamentes). Esta unidad posee una peligrosidad natural baja, limitada a anegamientos y erosión hídrica localizados. Las pendientes en general son estables. En la zona abarcada el uso es exclusivamente ganadero.

### PLANICIE LÁVICA CON ESTEPA MIXTA

En esta unidad afloran rodados fluviales cuaternarios parcialmente cementados y arenas eólicas que cubren parcialmente a las volcanitas neógenas. Como cobertura predominan los depósitos aluviales (bloques, gravas, arenas y limos) y exhiben una importante cobertura eólica arenosa, parcialmente edafizada, si bien en ambos casos la cobertura es delgada. Es una unidad caracterizada por una baja morfodinámica, pendientes muy suaves y bajo relieve relativo y los procesos activos son las erosiones hídrica y eólica. En los sectores cuspidales en la actualidad predomina la acción eólica, facilitada localmente por la degradación de la cobertura vegetal. Se dispone por encima de los 700 m aproximadamente.

La vegetación dominante corresponde a estepas mixtas (herbáceo-arbustiva). Las estepas y mallines conservan su carácter fisonómico-florístico respecto de las formaciones naturales. Como suelos, aparecen Aridisoles de moderado a alto grado de desarrollo, potentes y con horizontes diagnósticos. Los suelos son arenosos y areno-francos y la pedregosidad es moderada, indicando la participación de materiales eólicos.

Son principalmente Petrocalcides, Petrogipsides y Haplargides. En algunos sectores más erosionados aparecen Entisoles de muy escaso desarrollo y muy pedregosos (Ortentes) y arenosos (Psamentes). Esta unidad posee una peligrosidad natural baja, limitada a anegamientos y erosión hídrica y eólica localizados. Las pendientes en general son estables. En la zona abarcada el uso es exclusivamente ganadero.

### RELIEVE DENUDACIONAL CON ESCASA VEGETACIÓN

En esta unidad afloran sedimentitas (esencialmente areniscas) del Grupo Neuquén. En los sectores más elevados suelen encontrarse depósitos gruesos de diversos orígenes. Como cobertura de los anteriores, predominan los depósitos aluviales (bloques, gravas, arenas y limos). En todos los casos exhiben una importante cobertura eólica arenosa, parcialmente edafizada. Es una unidad caracterizada por una moderada a alta morfodinámica, pendientes variables y alto relieve relativo. En los sectores cuspidales en la actualidad predomina la acción eólica, facilitada localmente por la degradación de la cobertura vegetal. Las pendientes muestran sectores en los que dominan los afloramientos rocosos, planos aluvio-coluviales y diferentes niveles "aterrazados". Pequeños cursos fluviales de altas pendiente la atraviesan formando conos aluviales. En las pendientes el reptaje es el proceso dominante y forma conos de deyección y taludes por coalescencia de los mismos. Tal como se dijera, la morfodinámica actual es alta, con preponderancia de la remoción en masa y la erosión hídrica.

La vegetación dominante corresponde a una estepa arbustiva, con algunos matorrales arbóreos en los faldeos, si bien en todos los casos la cobertura es escasa. En algunos sectores, especialmente en la zona inferior, esta unidad se encuentra forestada con plantaciones de exóticas. Los suelos son principalmente Entisoles y, en menor medida, Aridisoles. Los Entisoles son suelos de menor desarrollo, usualmente más delgados y más jóvenes y pedregosos. Son Torriortentes y Torripsamentes, en este último caso formados a partir de depósitos eólicos arenosos. La zona presenta un grado de peligrosidad geológica moderada dada sus características naturales. La inestabilidad en las pendientes es media a alta y se producen frecuentes caídas de rocas, deslizamientos y flujos densos. Asimismo, en la parte media y baja del faldeo, existen problemas importantes de erosión hídrica y anegamientos localizados. El uso de la tierra se vincula esencialmente con la actividad ganadera y se halla parcialmente dentro del área de expansión urbana.

### TALUDES ALUVIO-COLUVIALES CON ESCASA VEGETACIÓN

En esta unidad afloran sedimentitas (esencialmente areniscas) del Grupo Neuquén. En los sectores más



elevados suelen encontrarse depósitos gruesos de diversos orígenes. Como cobertura de los anteriores, predominan los depósitos aluviales (bloques, gravas, arenas y limos). En todos los casos exhiben una importante cobertura eólica arenosa, parcialmente edafizada. Las pendientes están cubiertas por una importante acumulación aluvio-coluvial reciente formada por materiales heterogéneos (tanto composicional como granulométrico) poco consolidados. Es una unidad caracterizada por una alta morfodinámica, fuertes pendientes y alto relieve relativo. Las pendientes muestran sectores en los que dominan los afloramientos rocosos entre los planos aluvio-coluviales (*rock scree* y *rock fall talus*). Pequeños cursos fluviales de altas pendiente la atraviesan formando conos aluviales. En las pendientes el reptaje es el proceso dominante y forma conos de deyección y taludes por coalescencia de los mismos. Como procesos activos predominan la remoción en masa (principalmente caídas y reptaje) y la erosión hídrica.

La vegetación dominante corresponde a una estepa arbustiva muy rala. Los suelos son Entisoles de escaso desarrollo, usualmente delgados y pedregosos (Torriortentes). La zona presenta un grado alto de peligrosidad geológica ya que la inestabilidad en las pendientes es considerable, produciéndose frecuentes caídas de rocas, deslizamientos y flujos densos. Asimismo, existen problemas importantes de erosión hídrica y anegamientos localizados. El uso de la tierra se vincula esencialmente con la actividad ganadera y en el mismo se ubican numerosas aguadas (manantiales).

## EVALUACIÓN DE LA APTITUD PARA LA URBANIZACIÓN

El ordenamiento territorial es la concreción espacial, en forma de normativas y directrices, de las políticas sociales, culturales y económicas de una sociedad de forma tal que sean compatibles con las características naturales del medio físico. El objetivo es conseguir un desarrollo equilibrado y sustentable de regiones, optimizar la utilización de los recursos naturales a la vez que la organización física del territorio, todo lo cual debe redundar en la mejora de la calidad de vida de todos los habitantes actuales y futuros de una región o país. Si bien existen diferentes metodologías, cualquier plan de ordenamiento territorial utiliza, en forma interdisciplinaria e integrada, el conocimiento científico y técnico generado por numerosos especialistas.

Existen cuatro conflictos paradigmáticos y recurrentes: 1) la contradicción entre conservación y desarrollo, 2) la pugna entre intereses públicos y privados, 3) el conflicto de intereses entre diversos sectores y 4) la confrontación entre intereses locales y nacionales/

provinciales. De la resolución no equilibrada de los conflictos planteados se desprenden toda una serie de problemas cuya síntesis puede ser: a) Desequilibrio territorial, b) Impactos ecológicos y paisajísticos debido usos incompatibles con el medio físico, c) Mezcla y superposición de usos, d) Derroche de recursos naturales, e) Localización de actividades sin considerar los peligros naturales, f) Incoherencia en la distribución de infraestructuras y servicios, g) Conflicto entre usos, actividades y sectores y h) Desorganización administrativa, superposición de incumbencias.

La resolución de los conflictos que se plantean en diversos niveles entre los diferentes actores sociales que interactúan en un espacio dado, implican potenciales definiciones y desarrollos que se apartan en uno u otro sentido de un ideal de crecimiento armónico. Por lo tanto es estrictamente necesario llegar a diferentes grados de consensos y acuerdos sociales que permitan el mantenimiento de condiciones de vida adecuadas para toda la población. Estos consensos, plasmados en las primeras etapas de cualquier plan son el verdadero componente del ordenamiento territorial.

Consecuentemente, los planes de ordenamiento territorial deben procurar:

- Adaptar las actividades a las capacidades de acogida del medio físico frente a cada una de las actividades socio-económicas.
- Optimizar las interacciones entre las diversas actividades a localizar.
- Tender a una utilización múltiple del territorio en el cual se garantice la superposición de actividades compatibles y complementarias en el tiempo y en el espacio.

Metodológicamente pueden distinguirse tres etapas:

1. Análisis territorial
2. Planificación
3. Gestión

El análisis territorial (también conocido como diagnóstico territorial) se orienta a comprender el funcionamiento de los sistemas naturales, su incidencia en los procesos económico-sociales, culturales y ambientales y las repercusiones territoriales de los mismos. En tal sentido incluye la caracterización del medio físico, el análisis de los usos del suelo y la ocupación del territorio. A partir de la consideración de las diferentes características relevantes en cada una de las Unidades de paisaje se ha realizado una valoración cualitativa de la distribución y potencial respuesta del medio natural frente a los principales factores de peligros naturales y problemas ambientales detectados en la región.

La capacidad de acogida de un territorio puede definirse en forma empírica a través de una serie de aproximaciones (Gómez Orea, 1994). Se desprende del

compromiso existente entre la aptitud potencial de los ecosistemas y el impacto o fragilidad de los mismos, los que conjugados permiten hacer una valoración de la capacidad de aceptación del ecosistema. En una segunda etapa se ha combinado este resultado con la valoración de los procesos activos y peligros naturales lo que permite establecer la capacidad de acogida del territorio. Las categorías de ordenación han resultado finalmente, de la consideración conjunta de las capacidades de acogida y el Mapa de Unidades de paisaje. En la tabla 18 se proponen los usos sugeridos basados en las capacidades de acogida de los de cada una de las unidades de paisaje diferenciadas.

Se han definido 5 clases de acciones según los usos: recomendado, aceptable, aceptable con restricciones, inaceptable y no corresponde. En el caso de aceptable con restricciones, esta clase implica la necesidad de estudios especiales y específicos frente a potenciales acciones. A partir de la información generada previamente y como insumo básico para la elaboración de planes y políticas de desarrollo urbano, se ha realizado un Mapa de Aptitud para la urbanización para el área de Rincón de los Sauces sobre la base de la consideración cuali-cuantitativa de una serie de aspectos relevantes. Los factores tomados en cuenta son:

- Naturaleza del sustrato (roca-suelo-consolidación-fracturación, etc)
- Pendientes
- Peligrosidad geológica y morfodinámica actual (grado relativo según zonificación previa)

- Incompatibilidad de usos (excluyente)
- Distancia a cursos fluviales y cuerpos de agua
- Profundidad del nivel freático

A su vez, para cada una de los factores analizados se ha realizado una categorización:

Naturaleza del sustrato (roca-suelo-consolidación-fracturación, etc)

1. Roca en buen estado
2. Roca fracturada y/o meteorizada
3. Suelo grueso
4. Suelo fino
5. Suelo expansivo

Pendientes

1. Alta (más de 30°)
2. Mediana (entre 5 y 30°)
3. Baja a horizontal (menos de 5°)

Peligrosidad geológica y morfodinámica actual (grado relativo según zonificación)

1. Alta
2. Moderada
3. Baja

Incompatibilidad de usos y Zonas de protección naturaleza

Distancia a cursos fluviales y cuerpos de agua

1. Aledaño
2. Próximo (menos de 50 m)
3. Alejado (más de 50 m)

	1	2	3	4	5	6	7	8
Protección de ecosistemas	A	A	A	A	A	A	R	A
Recreación y turismo	A	A	A	A	A	A	AL	AL
Urbanización de alta densidad	AL	AL	AL	AL	I	I	I	I
Urbanización de baja densidad	A	A	A	AL	I	I	I	AL
Industrial	AL	AL	I	AL	I	I	I	I
Instalaciones técnicas de servicios	AL	AL	I	AL	I	I	I	AL
Disposición de residuos	AL	AL	I	I	I	I	I	AL
Minería de áridos	A	A	AL	I	AL	I	I	AL
Horticultura-floricultura-fruticultura	NC	NC	AL	A	NC	I	NC	NC
Vías de transporte	A	A	AL	AL	AL	I	I	AL
Líneas de tendido aéreo	AL	AL	AL	AL	AL	AL	I	AL
Forestación	NC	NC	AL	A	NC	I	NC	NC

Tabla 18: Aptitud de las diferentes Unidades de paisaje frente a potenciales usos. . Referencias. R: recomendado; A: aceptable; AL: aceptable con limitaciones; NC, no recomendable (no apto); I: inaceptable; -: no corresponde (Elaboración propia). 1) Planicie lávica con estepa mixta, 2) Planicie estructural con estepa arbustiva, 3) Abanicos aluviales con estepa mixta, 4) Terrazas fluviales con estepa, 5) Taludes aluvio-columbales con escasa vegetación, 6) Relieve denudacional con escasa vegetación, 7) Planicies aluviales y Cañadones con escasa vegetación herbácea y 8) Pedimentos con escasa vegetación arbustiva

Profundidad del nivel freático

1. Somero o aflorante (a menos de 1 m)
2. Profundo

Se han clasificado las Unidades de paisaje en función de su mayor o menor aptitud frente a una futura expansión de la urbanización, teniendo en cuenta la necesidad de controlar el desarrollo urbano y la localización espacial de la misma ante las demandas sociales, las restricciones naturales, el uso sustentable de los recursos naturales y la conservación de la naturaleza. La propuesta surge de la consideración de todos los aspectos analizados en este trabajo en forma cuali-cuantitativa, ponderándolos de acuerdo con su participación específica en los factores considerados. Se consideraron dentro de la urbanización una serie de aspectos. Se asignó un puntaje según la mayor o menor facilidad frente a cada tipo de construcción. En este aspecto, no solo se estimó la facilidad/dificultad ingenieril, sino también los costos relativos de construcción y mantenimiento.

Las actividades son:

- A-Construcción de viviendas (casas, edificios, hoteles, otros)
- B-Infraestructura de servicios (agua, gas, electricidad, cloacas, teléfono), tanto aérea como subterránea
- C-Infraestructura vial (caminos asfaltados, caminos de ripio y zonas de transferencias de pasajeros, cargas, tránsito en general)
- D-Instalaciones comunitarias, incluyendo industriales, de servicios, sociales (escuelas, salitas, policía, bomberos), recreativas, turísticas y comerciales.

En función de las anteriores se definieron cinco conjuntos. El primero, denominado A considera la facilidad/dificultad para construcción de viviendas. El B, la facilidad/dificultad para construcción infraestructura de servicios. El C estima la facilidad/dificultad para construcción infraestructura vial, mientras que el cuarto, D, la facilidad/dificultad para construcción de instalaciones comunitarias. Finalmente, el factor E cuantifica las compatibilidades con otros usos sugeridos/deseables.

La consideración de estos aspectos fue aplicada a cada Unidad de paisaje en forma ponderada y relativa obteniendo una diferenciación de las mismas en Clases de aptitud para la urbanización. En tal sentido fueron distinguidas cuatro clases:

- Apta
- Poco apta
- No apta

El cálculo de la mayor o menor aptitud se realiza a partir de la suma de los valores obtenidos para cada conjunto en cada Unidad de paisaje. De A a D, los valo-

res son de 1 a 4, correspondiendo el 1 a fácil y el 4 muy difícil. El parámetro E, tiene tres valores, C, compatible, MC, medianamente compatible e I, incompatible. MC suma 1 punto más, mientras I es excluyente y la unidad en cuestión pasa directamente a no apto. En función de los puntajes asignados y la suma de los mismos, las unidades fueron agrupadas en tres clases de aptitud a la urbanización: I Apta, II Poco apta y III No apta. Los resultados obtenidos se observan en la tabla 19.

Del análisis de los factores antes señalados, de su ponderación relativa y de su combinación se desprenden una serie de conclusiones. Las mismas pueden ser incorporadas a cualquier plan futuro de desarrollo urbano, con el objetivo de dirigir la expansión urbana de forma tal de que sea compatible con la preservación del medio natural y con la mejora de la calidad de vida de los pobladores.

Las Unidades de paisaje que presentan las mejores posibilidades para ser utilizadas en un futuro como sectores de expansión urbana son las Planicies estructurales y lávicas, así como las terrazas fluviales y las bajadas distales, éstas dos últimas precisamente sobre las cuales se desarrolla la mayor parte de la expansión urbana en ejecución.

Las Unidades de paisaje Pedimentos y Relieve denudacional con escasa vegetación poseen una clase de aptitud poco apta para la urbanización por lo que su posible utilización como zona de expansión urbana debería hacerse con algunas limitaciones y precauciones diferentes a los consideradas precedentemente, especialmente en lo referente a la estabilidad de taludes y a la erosión. En primera instancia, debe establecerse que la capacidad de carga de la misma es inferior a las primeras, por lo tanto no puede pensarse en una ocupación densa. En segundo lugar, deberán realizarse estudios de impacto ambiental de detalle previo a loteos y construcción de instalaciones sociales, comunitarias y comerciales, así como para la construcción de vías de comunicación e infraestructura de servicios. La utilización de las Unidades de paisaje Planicies aluviales y Cañadones y Taludes aluvio-coluviales con escasa vegetación para futura expansión urbana es totalmente desaconsejable a riesgo de producir impactos irreversibles sobre el medio natural ya sea por inundaciones y procesos tales como flujos densos y deslizamientos. Además se haría difícil garantizar la rentabilidad de las inversiones a mediano y largo plazo.

La existencia de sectores poco aptos o moderadamente aptos no supone la imposibilidad de su loteo ni de su ocupación, sino que significa que la utilización de los mismos implicará estudios específicos en cada caso. Estos dependerán de las intenciones y objetivos de los propietarios particulares y de la política que al respecto se trace la Municipalidad de Rincón de los Sauces y la Provincia.



## USOS PROPUESTOS

El desarrollo de los asentamientos urbanos está condicionado por su contexto ambiental o entorno físico. Frecuentemente la falta de racionalidad en las acciones que el hombre desarrolla para construir su hábitat, afecta el soporte natural generando, directa o indirectamente, consecuencias negativas para la población presente y/o futura (Di Pace y Reese, 1999).

La zonificación de las regiones, basada en sus características físicas, constituye el primer paso para lograr una planificación sustentable del territorio, asegurando un adecuado equilibrio entre el crecimiento urbano y el medio físico. Por otra parte, el conocimiento de las amenazas y los peligros de una región permite ofrecer información sobre la ubicación y la severidad de estos fenómenos que podrán así ser evaluados tomando en cuenta tanto la localización de las poblaciones y construcciones como los usos del suelo, elementos esenciales para determinar los potenciales riesgos en función a la exposición y la vulnerabilidad de las comunidades.

El diagnóstico ambiental realizado en este trabajo ha permitido identificar algunos de los problemas ambientales existentes así como evaluar las aptitudes y restricciones del entorno tanto natural como construido. De esta forma se intenta facilitar el establecimiento de prioridades de acción para la resolución de los problemas identificados.

Según los análisis realizados los principales procesos naturales que podrían afectar las zonas urbanas y periurbanas de Rincón de los Sauces y representar un riesgo tanto para la población como para el desarrollo de las distintas actividades socioeconómicas son 1) las inundaciones y 2) la erosión hídrica (Río Colorado y Cañadónes). Estos procesos naturales se ven fuertemente potenciados por la acción antrópica y su presión sobre el medio en especial a causa del explosivo crecimiento de la población que se ha constatado en la localidad de Rincón de los Sauces en las últimas décadas. Edeso (1999) considera que la causa del aumento de las catástrofes naturales no se debe al incremento de la actividad geológica sino más bien a la expansión de los asentamientos humanos en zonas expuestas a amenazas naturales. Resulta entonces de singular importancia considerar la localización y calidad de las instalaciones y construcciones urbanas, como una forma de prevenir riesgos.

Debe reiterarse especialmente que todas las sugerencias vertidas en este documento constituyen un mero análisis propositivo y que para su implementación deberán ser estudiadas a partir de proyectos concretos que las contemplen específicamente.

Los sectores analizados en la propuesta de usos del suelo son:

- Zona Costera
- Zona Urbana
- Zona Industrial
- Zona Agrícola

### ZONA COSTERA

El área Costera o Ribereña corresponde a toda la franja adyacente al Río Colorado. Se trata de terrenos que actualmente se encuentran en su mayor parte ocupados por chacras o quintas donde se localizan los establecimientos hortícolas y productores de animales de granja que abastecen parcialmente la demanda local. Teniendo en cuenta los estudios realizados y considerando las crecidas periódicas del Río Colorado se deberá analizar especialmente en esta zona el riesgo de inundaciones y los fenómenos de erosión costera.

Las inundaciones representan uno de los riesgos más significativos para la población tanto desde el punto de vista de la eventual pérdida de vidas como de valores materiales.

Para reducir la posibilidad de riesgos a la población este estudio concluye que debería controlarse la ocupación de las áreas anegadizas e inundables que corresponden a esta zona Costera a través de la determinación de una franja adyacente al Río Colorado donde se restringirá la posibilidad de realizar construcciones para asentamientos permanentes.

Por otra parte la restricción de edificar en esta zona tiene en cuenta también otro de los peligros naturales que afectan la zona que es la representada por la erosión fluvial por migración lateral del cauce del Río Colorado. Este fenómeno ha producido daños en viviendas construidas sobre la costa poniendo en riesgo la seguridad de quienes la ocupan. Una acción adecuada para restringir la localización de asentamientos humanos permanentes en estas zonas consiste en promover en ellas usos productivos o recreativos como parques o forestaciones. Por lo tanto, según esta propuesta de usos del suelo, los terrenos de la zona costera podrán ser utilizados únicamente para usos recreativos o actividades no permanentes por lo que se recomienda que las autoridades competentes fijen las cotas mínimas admisibles para el emplazamiento de edificaciones e instalaciones urbanas en toda la franja costera del Río Colorado.

### ZONA URBANA

Los estudios realizados han definido como zona de futura expansión urbana de la ciudad de Rincón de los Sauces los terrenos ubicados en dirección Este-Oeste, siguiendo el curso del Río Colorado y respetando de la franja Costera anteriormente detallada. Esta zona incluiría el área actualmente ocupada por el aeródromo de Rincón de los Sauces el cual debería ser reubicado en

	Facilidad/dificultad para construcción de viviendas	Facilidad/dificultad para construcción infraestructura de servicios	Facilidad/dificultad para construcción infraestructura vial	Facilidad/dificultad para construcción de instalaciones comunitarias	Compatibilidades con otros usos sugeridos o deseables	Suma	Clases
	A	B	C	D	E	S	CL
Terrazas fluviales con estepa	1	2	2	2	C	7	I
Planicies aluviales y cañadones con escasa vegetación herbácea	3	4	4	4	i	16	III
Taludes aluvio-coluviales con escasa vegetación	3	4	3	4	i	14	III
Planicie lávica con estepa mixta	2	2	2	2	MC+1	9	II
Planicie estructural con estepa arbustiva	1	2	1	1	MC+1	7	I
Abanicos aluviales con estepa mixta	2	2	2	1	MC+1	9	II
Relieve denudacional con escasa vegetación	3	3	3	4	i	13	III
Pedimentos con escasa vegetación arbustiva	2	2	2	3	MC+1	10	II

Tabla 19: aptitud para la urbanización de las diferentes unidades de paisaje. Referencias: Clases: I Apta, II Poco apta y III No apta. A: facilidad/dificultad para construcción de viviendas. B: facilidad/dificultad para construcción infraestructura de servicios. C: facilidad/dificultad para construcción infraestructura vial. D: facilidad/dificultad para construcción de instalaciones comunitarias. E: Compatibilidades con otros usos sugeridos/deseables. De A a D, los valores son de 1 a 4, correspondiendo el 1 a fácil y el 4 muy difícil. E tiene tres valores, C, compatible, MC, medianamente compatible e I, incompatible. MC suma 1 punto más, mientras I es excluyente y pasa a clase III automáticamente.

un área periurbana adecuada para este tipo de instalaciones y que deberá ser determinada por medio de un estudio específico para tal fin. Esta propuesta se basa en la consideración de que según los estudios realizados, estos son los terrenos con una mayor aptitud para la urbanización. (ver foto 1, pag. 81)

Existen además situaciones puntuales, referidas en su mayoría a la infraestructura de servicios urbanos de la localidad, que han generado impactos ambientales negativos y que responden a la presión antrópica resultante del importante incremento del número de habitantes que se produjo en la ciudad de Rincón de los Sauces que quintuplicó su población en 20 años, pasando de 4000 habitantes en 1991 a 20000 en 2010.

En consecuencia se puede concluir que las situaciones ambientalmente más comprometidas desde lo antrópico se presentan como consecuencia de una falta de una planificación adecuada que considerase el acelerado crecimiento urbano. Una condición necesaria para lograr un desarrollo urbano sustentable es lograr que el proceso de crecimiento de las ciudades se desarrolle de manera planificada y controlada. En ese sentido resulta evidente que esta circunstancia no se ha verificado en la localidad en estudio por lo que las principales situaciones generadoras de impactos negativos en la zona urbana de la localidad serían:

- el descontrolado avance urbano sin considerar las limitaciones que resultan de los procesos geológicos correspondientes.
- la ausencia de una gestión sustentable de los residuos sólidos urbanos.

- la sobrecarga de los diferentes servicios urbanos, específicamente en lo que se refiere a la provisión de agua y saneamiento cloacal

Teniendo en cuenta los factores mencionados se detallan a continuación algunas propuestas consideradas relevantes para lograr un desarrollo ambientalmente sostenible.

- Establecimiento una zona de parques lineales para evitar el emplazamiento de edificaciones e instalaciones urbanas en las zonas de Cañadones que presenten riesgos para la población tanto por erosión como por inundaciones.
- Establecimiento una zona verde en la zona costera del río Colorado para evitar el emplazamiento de edificaciones e instalaciones urbanas en las zonas que presenten riesgos para la población tanto por erosión como por inundaciones.
- Concreción de una pantalla verde que permita controlar la contaminación visual y auditiva que podría ocasionar en la zona periurbana el tendido ferroviario proyectado por la empresa minera Vale.
- Reacondicionamiento y/o reubicación del vertedero de residuos sólidos urbanos (RSU).
- Redimensionamiento de la planta de saneamiento cloacal con la posible utilización de técnicas de fitorremediación.
- Replanteo del sistema de provisión de agua potable.
- Relocalización del aeropuerto dada su ubicación dentro del área de expansión urbana lo que denota un marcado conflicto de uso.



Foto 1. Aerodromo lindero al barrio YPF utilizado para vuelos privados



Foto 2. Construcciones de viviendas ubicadas en el cauce de los cañadones



Foto 3. Quema de basura en el Basurero Municipal



Foto 4. Basural a cielo abierto en el Cañadón Este

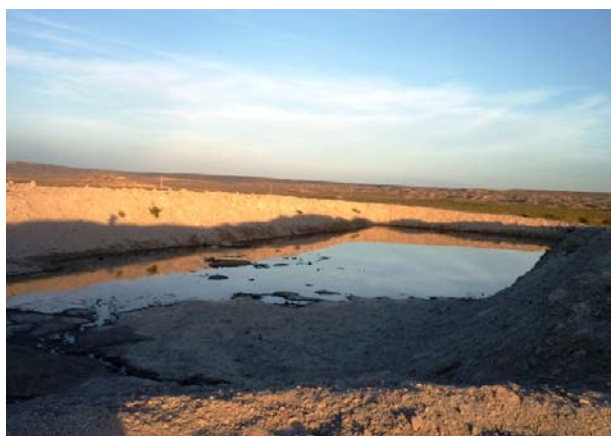


Foto 5. Pileta para disposición de líquidos cloacales ubicada en terrenos del Basurero Municipal



### *PARQUES LINEALES EN CAÑADONES ESTE Y OESTE Y ZONA VERDE RIBEREÑA DEL RÍO COLORADO*

En el caso de la zona estudiada este análisis adhiere al proyecto de la Municipalidad de Rincón de los Sauces de creación de Parques Lineales en las zonas de los Cañadones Este y Oeste que actúen como espacios verdes dentro del casco urbano y logren además limitar el uso y la ocupación de terrenos que impliquen riesgos para la población. Los Cañadones Este y Oeste constituyen áreas de riesgo donde se producen fenómenos de erosión de laderas por ocurrencia de aluviones. La erosión que se manifiesta en los cursos de régimen transitorio como los Cañadones Este y Oeste de Rincón de los Sauces cuando la capacidad de transporte de esos cauces es superada por el aporte pluvioaluvional, constituye un serio riesgo para todas las construcciones cuya ubicación no respete las distancias mínimas indicadas por las disposiciones urbanas.

En muchas ocasiones se produce el desborde y consecuente anegamiento de sectores del casco urbano que son invadidos por el agua y el material arrastrado por ésta, produciéndose importantes inconvenientes y daños que ponen en riesgo incluso la vida de las personas. En varios sectores se han ocupado terrenos en zonas potencialmente peligrosas. La modalidad más recurrente de ocupación es la toma de terrenos fiscales y la construcción de viviendas sin contar con los correspondientes permisos municipales. Estas ocupaciones son frecuentes en la zona de Cañadones ubicada hacia el SO y SE del ejido urbano y las construcciones generalmente se localizan en las adyacencias e incluso dentro del propio cauce de los mencionados Cañadones.

La propuesta de creación de Parques Lineales responde a las necesidades actuales de la localidad ya que contempla el establecimiento de una cota mínima de edificación desde el borde de los Cañadones. Por otra parte se generan áreas de protección aluvional para los sectores urbanizados y como valor agregado, se crea un espacio verde paisajístico recreativo para la población. Lo mismo puede señalarse para la creación de una zona verde ribereña marginando la costa del río Colorado.

### *PANTALLA ARBÓREA DE PROTECCIÓN*

Se incluyen aquí algunas observaciones respecto al futuro tendido de la vía férrea que comprometerá parte del ejido de Rincón de los Sauces ya que circulará a corta distancia del casco urbano de la localidad y soportará un tránsito casi continuo de formaciones de carga en ambas direcciones. El trazado de una línea ferroviaria proyectado por la Empresa Minera Vale, que trasladará el material obtenido desde la bocamina de la Mina Potasio-Río Colorado, en la provincia de Mendoza hasta el puerto de Bahía Blanca, incluye un

tramo que circula a corta distancia del casco urbano de Rincón de los Sauces.

La proximidad de dicho tendido a la zona urbana podría causar algunos impactos ambientales negativos especialmente en lo que respecta a la contaminación visual y auditiva ya que, según datos brindados por la empresa Vale, en la plena actividad operativa de la mina circularan por allí formaciones de aproximadamente 1,2 km de extensión (unos 80 vagones) cada 12 horas.

La propuesta en este caso responde a la necesidad de generar una pantalla arbórea que actúe como protección tanto visual como auditiva y se transforme en una barrera natural entre el caso urbano y el tendido ferroviario. Esta pantalla se integra a la propuesta de Parque Lineales presentada en el punto anterior y constituye además una forma viable para frenar la expansión urbana hacia el sur que es la que actualmente predomina y que, según esta propuesta no resulta la más sustentable teniendo en cuenta la aptitud de los terrenos.

### *REACONDICIONAMIENTO Y REUBICACIÓN DEL VERTEDERO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS (RSU)*

Los residuos sólidos urbanos, (RSU), son los desechos que se generan en los hogares, en las instituciones y en la actividad económica. Usualmente el problema ambiental derivado de la recolección y disposición final de los residuos sólidos se agrava, como consecuencia del aumento de la población ya que se incrementa la generación de residuos. Mediante un servicio centralizado que recorre las ciudades, los RSU son recolectados rutinariamente y transportados a los sitios de disposición final.

La disposición final es la última etapa del sistema de aseo urbano de cualquier ciudad y está íntimamente relacionado con la preservación del ambiente, así como con la salud de la población. En el caso de Rincón de los Sauces se ha constatado que la recolección de RSU es realizado por parte de la Municipalidad y que no se efectúa tratamiento ni reciclaje alguno de los mismos, siendo depositados finalmente en un vertedero ubicado en la zona periurbana de la localidad (basural a cielo abierto).

La forma de manejo del Basurero Municipal de Rincón de los Sauces implica la posibilidad de contaminación tanto aérea (por quema y ocurrencia de incendios) de los suelos y del agua subterránea principalmente las que componen el primer nivel de acuífero libre. A ello se suma el impacto visual debido a su ubicación cercana a las vías de acceso de la localidad. (ver foto 3, pag. 81)

Se recomienda el traslado del mismo y la ejecución de un Relleno Sanitario en la zona designada para tal fin por la Municipalidad. El vertedero deberá tener

una localización y una capacidad suficientes para servir a la actual población de Rincón de los Sauces con una previsión del probable crecimiento demográfico en los próximos años.

Asimismo en el área de los Cañadones Este y Oeste, especialmente en la proximidad del límite sur del casco urbano, existen basurales informales a cielo abierto, que se ha transformado en sitios de disposición de residuos urbanos, que alteran la imagen natural de esta zona con las consiguientes consecuencias ambientales que ello implica. (ver foto 4, pag. 81)

Debido a ello y con la finalidad de solucionar el tema de los RSU en el Anexo I - Residuos Sólidos Urbanos se realizan una serie de sugerencias para la implementación de un sistema de reciclado de residuos a nivel domiciliario (clasificación en origen) o en plantas de tratamiento (recolección selectiva) y para la construcción de un relleno sanitario para su disposición final modificado de la «Guía para el Diseño, Construcción y Operación de Rellenos Sanitarios Manuales». (Jaramillo, 2002).

Asimismo, en el citado Anexo se brinda información sobre residuos patógenos y su tratamiento para responder a la problemática específica del Hospital Zonal y la Clínica y Maternidad «Rincón» de la localidad de Rincón de los Sauces. Actualmente los residuos patógenos producidos en los mencionados nosocomios son retirados semanalmente por una empresa especializada y trasladados a las ciudades de Plaza Huincul o Neuquén.

Es importante apuntar que las autoridades municipales prevén en el corto plazo la reubicación del vertedero de RSU en una zona ubicada al Este de la localidad, pero la determinación de la ubicación exacta del mismo debería quedar supeditada a la realización de estudios específicos para tal fin. En tal sentido debería explorarse especialmente la zona ubicada al este de la localidad.

#### *CONSTRUCCIÓN DE PLANTAS DE SANEAMIENTO CLOACAL UTILIZANDO TÉCNICAS DE FITORREMEDIACIÓN*

Uno de los temas más urgentes a resolver en la localidad estudiada se refiere al saneamiento y más puntualmente, a la ampliación de plantas de tratamiento de efluentes domiciliarios. Las actuales condiciones de operatividad del sistema de saneamiento de la ciudad requieren una urgente gestión para lograr una solución que sea ambientalmente sustentable y efectiva. La Planta de Tratamiento Cloacal existente fue diseñada para la descarga de una red de 2000 conexiones y actualmente recibe las descargas de aproximadamente 3500 hogares. La sobrecarga produjo, a fines de 2010, fallas en el sistema debido a que la gran cantidad de sedimento depositado habría producido la rotura de los motores aireadores,

que oxigenan las bacterias con que tratan los líquidos cloacales.

Finalmente, la sobrecarga en la capacidad de la planta de tratamiento cloacal resultó tan importante que la Municipalidad de Rincón de los Sauces debió abrir en 2011 una «pileta» en los terrenos del Basuro Municipal en la cual descargan sus líquidos los camiones atmosféricos. (ver foto 5, pag. 81). Según se ha constatado la misma carece de las aislaciones hidrófugas necesarias para este tipo de instalación, por lo que existe una gran posibilidad de contaminación de las aguas subterráneas. La aplicación de técnicas de fitorremediación significaría un importante avance desde el punto de vista ambiental y económico. En el Anexo II – Tratamiento por Filtros Fito-Terrestres (TFFT) se realiza una breve descripción de las técnicas de fitorremediación sugeridas.

#### *REPLANTEO FUNCIONAL DEL ACTUAL SISTEMA DE AGUA POTABLE*

Otra problemática que suele afectar a la población de Rincón de los Sauces es la escasez de agua. Un análisis pormenorizado de la situación actual respecto al sistema de agua potable de la localidad puede encontrarse en el estudio correspondiente a Hidrología y Calidad de Agua que complementan este proyecto Geocientífico para el Ordenamiento Territorial de la ciudad de Rincón de los Sauces. Es claro sin embargo que la actual situación es decididamente deficitaria y amerita la implementación de medidas concretas y de mayor escala para su solución efectiva. A modo de conclusión parcial, se propone considerar la toma de agua directamente del río Colorado, realizando las obras correspondientes y construyendo una planta potabilizadora. En tal sentido, sería recomendable iniciar gestiones tanto con las empresas petroleras operantes en la región como con las mineras para acordar mecanismos de financiamiento y ejecución conjunta, ya que no solamente la población de la localidad sería la beneficiaria.

#### *ZONA INDUSTRIAL Y DE SERVICIOS*

Estas áreas están reservadas principalmente para empresas que realizan actividades de servicios relacionadas con la industria petrolera. La actual distribución se divide en tres zonas que corresponden a los Parques Industriales 1, 2 y 3. Siguiendo la propuesta que se basa en la aptitud de los terrenos, se han unificado los diferentes parques industriales existentes en una zona periurbana con una buena accesibilidad a través de la Ruta 6 y hasta donde se podrían extender con relativa facilidad los diferentes servicios de infraestructura urbana. La zona de Servicios Viales ha sido identificada como aquella donde se establecen las empresas dedicadas principalmente a la atención de los usuarios de la infraestructura vial como esta-

ciones de servicio, gomerías, talleres, etc., por lo que se propone su ubicación en la zona de acceso a la localidad sobre la Ruta 5.

### ZONA AGRÍCOLA

Corresponde a las zonas donde predominan las actividades productivas del sector primario. Estos espacios rurales, componentes de la estructura territorial, guardan relaciones interactivas con el área urbana a la que rodean. Su ubicación se ha definido por medio del estudio de aptitud de los suelos y las posibilidades de acceder a los canales de riego actuales y los proyectados. Los sectores que presentan suelos aptos para algún uso agrícola son escasos, encontrándose los más aptos en la Unidad de paisaje Terrazas fluviales, por lo que existiría un conflicto de uso potencial con la expansión urbana. Esta situación debería ser resuelta a priori. Asimismo, el aeropuerto debería ser relocalizado dada su ubicación dentro del área de expansión urbana y ya que ocupa tierras aptas para usos agrícolas intensivos siendo fácilmente regables sus suelos.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se presentan en este informe los resultados de los trabajos efectuados, que consistieron en la realización de una cartografía geoambiental. La misma, constituye una herramienta de ordenamiento en el futuro crecimiento urbano de la ciudad, con el doble propósito de la preservación del ambiente y evitar daños y peligros para la localización de la población y futuras inversiones y emprendimientos.

Los trabajos se han ejecutado en dos etapas, en la primera se analizaron las características más relevantes del medio físico (clima, geología, geomorfología, vegetación, suelos, usos del territorio, pendientes e hidrología-hidrogeología) en relación con la ocupación del territorio, reconociéndose los principales factores de peligrosidad natural. En la segunda etapa, sobre la base de los resultados obtenidos en la primera, se ha llevado a cabo una división del territorio en unidades ambientales y, en función de las mismas se examinaron los factores de peligrosidad mixta (antrópica-natural) y la aptitud del territorio para la urbanización.

### CONCLUSIONES DE ÍNDOLE GENERAL

Considerando las características generales del paisaje, la zona estudiada presenta una gran variabilidad geo y ecoambiental que se plasma en un complejo mosaico de Unidades de paisaje. De la combinación de los diferentes aspectos considerados: relieve, topografía, geología, vegetación, geomorfología, hidro-

logía e hidrogeología, suelos y variabilidad climática han surgido seis Unidades de paisaje, las cuales presentan un aceptable grado de homogeneidad interna. Consecuentemente, las mismas son unidades funcionales, útiles a los fines de su ponderación frente a una futura urbanización y como herramienta de zonificación del ejido municipal y área de expansión urbana futura.

En términos generales, la zona abarcada en este estudio muestra un estado de conservación alterado, habiéndose modificado la estructura y composición de los ambientes. Los suelos de la zona poseen en general una alta vulnerabilidad a procesos erosivos, principalmente en áreas de mayores pendientes y en donde se observa menor cobertura vegetal.

Considerando la conjunción de fenómenos naturales peligrosos, la zona de mayor peligrosidad corresponde a aquellos sectores aledaños a los Cañadones y cursos fluviales y en los que las pendientes son mayores al 30%, la proporción de afloramientos rocosos es alta y los suelos son poco potentes o se encuentran cubiertos por detritos movilizados por remoción en masa o por escurrimiento superficial.

La zona de alta peligrosidad corresponde principalmente a las planicies aluviales, taludes aluvio-columbales y Cañadones. En estos sectores se concentra la mayor actividad geomorfológica si bien, tal como se dijera previamente, la mayor parte de las mismas se encuentra en la zona aledaña a la población. Las zonas de peligrosidad moderada y baja se localizan en las terrazas fluviales, planicies estructurales y planicies lávicas.

Las Unidades de paisaje que presentan las mejores posibilidades para ser utilizadas en un futuro como sectores de expansión urbana son la Planicies estructurales con estepa arbustiva y las Terrazas fluviales con estepa mixta.

Del análisis de los factores antes señalados, de su ponderación relativa y de su combinación se desprenden una serie de conclusiones. Las mismas pueden ser incorporadas a cualquier plan futuro de desarrollo urbano, con el objetivo de dirigir la expansión urbana de forma tal de que sea compatible con la preservación del medio natural y con la mejora de la calidad de vida de los pobladores.

En tal sentido se propone la adecuación de las normativas vigentes a los resultados, conclusiones y recomendaciones que se desprenden del presente estudio. Asimismo, se considera necesario adaptar las normativas vigentes a la variabilidad eco-ambiental que presenta el ejido en toda su extensión y especificarla cuando sea necesario.

En función de los factores analizados, se considera que la expansión urbana debería realizarse hacia el oeste y el este. En tal sentido es fundamental el establecimiento de políticas públicas e intervenciones arquitectónicas adecuadas que dirijan la ocupación



hacia esos sectores. Consecuentemente sería necesario establecer un plan consensuado con los diferentes actores sociales para dirigir y controlar la futura expansión urbana sobre la base de los resultados y recomendaciones que se desprenden del presente estudio, así como de otros preexistentes.

Finalmente, se quiere enfatizar la utilidad de difundir completamente y en forma adecuada a la comunidad los resultados, conclusiones y alcances del presente estudio, teniendo en cuenta que la misma es el destinatario principal de las investigaciones de un Organismo Público Nacional como el SEGEMAR.

## RECOMENDACIONES PARTICULARES

### *EVALUACIÓN Y MITIGACIÓN DE PELIGROS NATURALES*

- Debe ampliarse la luz y el ancho de la mayor parte de los puentes que cruzan los arroyos. En algunos puentes existentes hay problemas de erosión por lo que debería encararse acciones de control y remediación. La sección de los puentes y alcantarillas es en muchos casos inadecuada, por lo que durante grandes tormentas se producen taponamientos que ocasionan el flujo del agua sobre las calles. En consecuencia deben identificarse los puntos más conflictivos y ampliarlos. Deben descartarse los badenes en la zona urbana, especialmente en los Cañadones oeste y este.
- Establecer una distancia mínima de seguridad para localización de viviendas y construcciones respecto del cauce actual de los arroyos medido durante períodos de mayores caudales al igual que para el río Colorado.
- En la zona costera urbana del río Colorado es necesario realizar medidas de estabilización de las riberas para controlar los efectos erosivos en la zona urbanizada.
- En la escarpa ubicada al sur de la zona urbanizada (barda) es necesario ejecutar acciones que tiendan a disminuir la generación de condiciones de inestabilidad como por ejemplo inhibir o reducir la infiltración en la parte superior.
- Las acciones a llevarse a cabo deben tener en cuenta el manejo del agua desde las cabeceras, tratando de intervenir en el sector urbanizado de los arroyos lo menos posible. Esto es especialmente importante para futuras urbanizaciones.
- En tal sentido puede plantearse la alternativa de construcción de canales aliviadores aguas arriba de la zona urbanizada para los Cañadones este y oeste
- Retirar cualquier tipo de construcción que avance sobre el cauce de los arroyos y ríos de la zona o modifique su natural sinuosidad ya de por sí, en algunos casos actualmente reducida.
- El área aledaña al río Colorado, independientemente de las medidas de protección de riberas instrumentadas, constituye probablemente el sector más conflictivo del área actualmente urbanizada. En consecuencia debe limitarse la expansión urbana en la misma.
- Vegetar las pendientes artificiales usualmente vinculadas a la apertura de vías de comunicación, con especies arbustivas y herbáceas naturales de la región. La revegetación confiere un mayor grado de estabilidad general a la pendiente, favoreciendo el desarrollo de suelos y disminuyendo la escorrentía superficial y la posibilidad de ocurrencia de pequeños movimientos gravitacionales.
- Los loteos ubicados al sur del área urbana actual, ubicados pendiente arriba pueden presentar problemas de estabilidad de pendientes por los que deberán ser estudiados adecuadamente en cada caso, tanto en relación con la construcción de viviendas particulares como con la apertura de caminos e instalaciones de servicios públicos.
- La zona presenta un riesgo sísmico moderado, por lo que debe vigilarse el cumplimiento adecuado de las normativas vigentes con respecto a las construcciones sismo-resistentes. Su consideración debe incorporarse también a los planes de Defensa Civil.
- El principal factor de peligrosidad volcánica en la zona es la caída de cenizas. Ante un evento de magnitud, en primer lugar debe asegurarse la provisión de agua potable por lo que habría que construir reservorios para agua de red en caso de erupción. Debe, asimismo, incorporarse a los planes de manejo de incendios, al Código Urbano y a la Defensa Civil.
- Debe mejorarse el acceso vial alternativo a la región.
- En la eventual construcción del FFCC vinculado a la explotación minera de potasio, deberán considerarse adecuadamente la sección de los Cañadones y arroyos que atraviese de forma tal de darle a los puentes la luz necesaria. De otra forma se podrían formar endicamientos en las épocas de lluvias de gran peligrosidad. En los mismos debe además considerarse los caudales máximos y la posibilidad de que se produzcan procesos de remoción en masa.
- También en relación al FFCC, deben generarse pasos bajo nivel para el tránsito de las perso-

nas, ganado y de la fauna natural.

- En la medida de lo posible, en el trazado del FFCC no deberían realizarse cortes de taludes ni de rocas. En caso de ser necesarios deberá garantizarse la estabilidad de los mismos, mediante la instrumentación de medidas específicas y teniendo en cuenta la naturaleza del material afectado.

#### *PRESERVACIÓN Y USO SUSTENTABLE DE LOS RECURSOS NATURALES*

- La localización actual del basurero y la forma de manejo implica la contaminación de las aguas subterráneas y superficiales, la contaminación de los suelos y la ocurrencia de incendios. Se suma a estos aspectos el impacto visual, dada su ubicación sobre la ruta de acceso.
- Por lo tanto se plantea su relocalización realizando un estudio específico a tal efecto. En el futuro sitio de disposición de RSU debe impermeabilizarse las zonas de relleno y deberán instrumentarse medidas tendientes al adecuado manejo de los lixiviados, así como el establecimiento de barreras de árboles para minimizar el impacto visual e impedir la acción del viento.
- Modificación de las metodologías de disposición de residuos, avanzando en el reciclado y en la implementación de capas protectoras para futuros rellenos sanitarios.
- Realización de pozos de monitoreo en la zona del basural actual y del futuro sitio de disposición de residuos.
- Levantamiento de todos los basurales abandonados y clandestinos. Manejo de los residuos y disposición en los sitios nuevos.
- Replanteo de la política de tratamiento de efluentes cloacales y reubicación del sitio afectado a tal fin. En las zonas no servidas por cloacas implementar la instalación de las mismas. Analizar la localización de las plantas de tratamientos de efluentes y los sitios de vuelco, las que deberían encontrarse aguas abajo del área urbanizada.
- Realización de análisis químicos completos de aguas subterráneas en áreas específicas del ejido. Instalación de pozos piezométricos a los efectos de conocer el comportamiento del nivel freático en diferentes sitios como base para la futura expansión urbana.
- Instrumentación de planes de abandono y recuperación de canteras y ejecución de los mismos, en forma concertada entre los propietarios, el Municipio y la Provincia.
- Identificación de nuevas áreas de explotación

de ripio para el futuro que permitan un uso sostenible de las mismas.

- Monitoreo de los cambios en la vegetación natural por acciones antrópicas.
- Re-vegetar exclusivamente con plantas autóctonas ya que la vegetación exótica, en especial los pinos, implican el deterioro del suelo por acidificación y plantean problemas para la regeneración de la vegetación natural autóctona.
- En relación al uso agrícola de los suelos, los contenidos de materia orgánica de los mismos son en general bajos, encontrándose los valores más altos en los suelos de las terrazas fluviales y los localizados en la parte distal de los abanicos aluviales, por lo que estos suelos serían los más aptos para algún tipo de uso agrícola-frutihortícola.
- Establecimiento una zona de parques lineales para evitar el emplazamiento de edificaciones e instalaciones urbanas en las zonas de Cañadones que presenten riesgos para la población tanto por erosión como por inundaciones.
- Establecimiento una zona verde en la zona costera del río Colorado para evitar el emplazamiento de edificaciones e instalaciones urbanas en las zonas que presenten riesgos para la población tanto por erosión como por inundaciones.
- Concreción de una pantalla verde que permita controlar la contaminación visual y auditiva que podría ocasionar el tendido ferroviario proyectado por la empresa minera Vale en la zona periurbana
- Reacondicionamiento y/o reubicación del vertedero de residuos sólidos urbanos (RSU).
- Relocalización del aeropuerto dada su ubicación dentro del área de expansión urbana lo que denota un marcado conflicto de uso.

#### *NORMATIVO-PROPOSITIVO*

- Prohibir la realización de cortes de talud verticales, salvo en roca y si ésta no está diaclasada. A tal efecto deben exigirse estudios previos de estabilidad de pendientes para aprobar las obras.
- Limitar el fraccionamiento de los lotes existentes. Controlar nuevos lotéos. Implementar una política diferenciada según los conflictos ambientales y características naturales del sector en cuestión.
- Protección de los humedales y zonas de ribera, prohibición de construir a una distancia mínima, considerando la época de mayor expansión.

- En relación con la inestabilidad de pendientes, incorporar al Código Urbano el concepto de distancia de seguridad para la ocupación y construcción. Tales valores deben ser determinados en cada sitio conflictivo y no en forma general.
- Generar información específica para problemas de fundación como capacidad de carga de suelos, estabilidad de taludes, etc, como base a la planificación, considerando en primer lugar los sitios de potencial expansión urbana.
- Cualquier obra que tienda a la estabilización de las pendientes y a mitigar el efecto de las inundaciones implica necesariamente el mantenimiento de las mismas. Esto debe estar incluido en la planificación y en las asignaciones de partidas presupuestarias.
- Preservar los espacios verdes y de recreación como área de dominio municipal, en especial en las zonas de faldeos y en las zonas aledañas al río Colorado y a las tierras comprendidas entre las instalaciones militares y la zona urbanizada.
- Prohibir las construcciones en las planicies aluviales y en las zonas activas de los abanicos aluviales. Delimitar las mismas adecuadamente con la participación de profesionales geólogos.
- Patrimonio natural. A los fines de ampliar la oferta turística, aumentando a la vez la conciencia ambiental incorporar el concepto de patrimonio geológico, paleontológico y geomorfológico. Realizar el inventario del mismo, puesta en valor e incorporación a circuitos de interpretación.
- Realización de cursos y actividades de capacitación para el personal municipal, especialmente en temas referidos a las amenazas naturales y a la degradación del medio natural en la región. En tal sentido, el SEGEMAR, junto con las áreas competentes del Municipio, pueden efectuar una propuesta concreta.

En el presente estudio no se han realizado propuestas acerca de incendios, protección de la fauna ni de protección del patrimonio paleontológico y arqueológico. Sin embargo se quiere enfatizar la importancia de los mismos.



## BIBLIOGRAFÍA

- ALBANESI, A., (2001) - Plan de Desarrollo Urbano Ambiental de la Localidad de Rincón de los Sauces- , Informe CFI
- ALSINA M. G. (2001) - Conceptos Básicos I, Notas sobre los conceptos de Ambiente, Ecología y Ambiente urbano. Laboratorio Intervenciones.
- ARROYO, J. (1980) - Clima de la Provincia del Neuquén. En: Relevamiento y priorización de áreas con posibilidades de riego. Publicación Especial COPADE - CFI, 2, 181 pp. Buenos Aires.
- AUGE M. (2004). Regiones Hidrogeológicas, República Argentina y provincias de Buenos Aires, Mendoza y Santa Fe.
- AUGE, M. (2009) – Hidrogeología de Llanuras. Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires.
- BARROS, V. (1983). Cartas de precipitación de la zona oeste de las Provincias Río Negro y Neuquén. Facultad Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Comahue. Argentina.
- BURCKHARDT, C., 1900. Coupe géologiques de la Cordillere entre Las Lajas et Curacautín. Anales Museo La Plata, Sección Minería y Geología, 3 : 1-102. La Plata.
- CABRERA, A. L. (1994) - Regiones fitogeográficas argentinas. En: Kugler, W. (Ed.), Enciclopedia argentina de agricultura y jardinería, 2, 2a Edición, 1a reimpresión, 85 pp. Acme. Buenos Aires. Argentina.
- CABRERA, A. L. y WILLINK, A. (1980) - Biogeografía de América Latina. Secretaría general de la Organización de los Estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Washington, D.C.
- CALDENIUS, K. (1932) - Las glaciaciones cuaternarias de Patagonia y Tierra del Fuego. Boletín del Servicio Geológico Nacional, 95: 1-150. Buenos Aires.
- CAZAU, I. B. y ULIANA, M.A.,(1973). El Cretácico Superior continental de la Cuenca Neuquina. 5º Congreso Geológico Argentino. Actas 3: 131-163, Buenos Aires.
- CFI, (1962) -Evaluación de los Recursos hidráulicos subterráneos. Vol 1. Tomo V. Buenos Aires
- CLAPPERTON, C. (1993) - Quaternary Geology and Geomorphology of South America. Elsevier, 746 pp.
- CORREA, M. N. (1984) - Flora Patagónica. Colección científica del INTA. Buenos Aires, Argentina.
- COSTA, C.H. Y GONZÁLEZ DÍAZ, E. F. Y GIACCARDI, A. (2007). Age constrains and paleoseismic implication of rock-avalanches in the Northern Patagonian Andes, Argentina. Journal of South American Earth Sciences 24: 48-57.
- CUEMECO (2010) - Informe Final para la Definición y Delimitación de la Región Cuenca Media del Río Colorado. Proyecto de Desarrollo Ambiental/Territorial y Económico-Productivo de la Región Cuenca Media del Río Colorado. Profip-Bid 1588. Consultoría para la Actividad: Asistencia Técnica para la Formulación del Mapa Productivo Regional. Ministerio de Economía y Finanzas Públicas de la Nación.
- DALLA SALDA, L., M. LEGUIZAMÓN, M. MAZZONI, J. MERODIO, C. RAPELA y L. SPALLETTI, (1981). Características del vulcanismo paleógeno en la Cordillera Nordpatagónica entre las latitudes 39° 30' y 41°20' S. 8º Congreso Geológico Argentino, 3: 629-657. Buenos Aires.
- DEL VALLE, A.E. y P. NÚÑEZ, (1990). Los peces de la Provincia del Neuquén. Dirección General de Bosques y Parques Provinciales, Subsecretaría de Asuntos Agrarios, Neuquén. Agencia de Cooperación Internacional del Japón.
- DESSANTI, R.N., 1972. Andes Patagónicos Septentrionales. En: Leanza, A.F. (Ed.), Geología Regional Argentina. Academia Nacional de Ciencias: 655-688, Córdoba.
- DI PACE, M.; REESE, E. (1999) - Diagnóstico ambiental preliminar del Municipio de Malvinas Argentinas. Instituto del Conurbano Programa de Desarrollo Local Manual de Gestión Nº 2, Buenos Aires
- DIKAU, R., D. BRUNSDEN, L. SCHROTT y M. IBSEN (Eds.), 1996. Landslide recognition. J. Wiley & Sons, 251 pp.
- FERRER, J.A., 1981. Geografía y Propiedades de los suelos de Patagonia. Actas 1as Jornadas Regionales de suelos de Patagonia: 11-58. Neuquén y San Carlos de Bariloche (provincia de Río Negro).
- FERRER, J.A., J. IRISARRI y J.M. MENDÍA, 1990. Estudio Regional de Suelos de la Provincia del Neuquén. Publicación Especial COPADE - CFI, 900 pp. Buenos Aires.
- FERRER, J.A., J. IRISARRI y J.M. MENDÍA, 2006. Suelos de la provincia del Neuquén. Escala 1:500.000. INTA-CFI-UN del Comahue, 224 pp. Buenos Aires.
- FIORI, S., ZALBA, S. Plan de Manejo Reserva Provincial Aucamahuida (Neuquén). Vol.1: Diagnóstico Regional-Provincia del Neuquén-Secretaría de Estado. COPADE-CFI.
- FOLGUERA, A., BOTTESI, G., ZAPATA, T. Y RAMOS, V.A., 2008. Crustal collapse in the Andean backarc since 2 Ma: Tremen volcanic plateau, Southern Central Andes (36°40'2"–37°30'2" S). Tectonophysics, 459 (1-4): 140-160.
- FRANGI, J. (1993) - «Ecología y Ambiente». Elementos de Política Ambiental. Goin y Goñi, editores. La Plata, Cámara de Diputados de la Provincia de Buenos Aires.
- GARRIDO, A. 2010 - Estratigrafía del Grupo Neuquén, Cretácico Superior de la Cuenca Neuquina (Argentina): nueva propuesta de ordenamiento litoestratigráfico. *Rev. Mus. Argent. Cienc. Nat.* 2010, vol.12, n.2 pp. 121-177.

- GEOCOMAHUE 2010 – Prospección de Aguas Subterráneas. Proyecto de Ferrocarril para Transporte de Potosio. Estudio Hidrogeológico Preliminar. Informe Técnico
- GERMA, A., QUIDELLEUR, X., GILLOT, P. Y., TCHILINGUIRIAN, P., 2007. Volcanic evolution of the back-arc complex of Payún Matrú (Argentina) and its geodynamic implications for caldera-forming eruption in a complex slab geometry setting. IUGG XXIV General Assembly, July 2-13. Perugia, Italy.
- GÓMEZ OREA, D., 1994. Ordenación del territorio. Una aproximación desde el medio físico. Instituto Geom-Minero de España (ITGE), Madrid, 238 páginas.
- GONZALES DÍAZ, E. F., GIANCCARDI, A. D. y Costa, C. H. (2001) - La avalancha de rocas del río Barrancas (Cerro Pelán), norte del Neuquén: su relación con la catástrofe del río Colorado (29/12/1914). Revista de la Asociación Geológica Argentina 56(4): 466-480, Buenos Aires.
- GROEBER, P. 1916. Informe sobre las causas que han producido las crecientes del río Colorado (Territorios de Neuquén y La Pampa) en 1914. Dirección General de Minas, Geología e Hidrogeología, Boletín 11 (Serie B Geología): 1-29, Buenos Aires.
- GROEBER, P. 1947 b. Observaciones geológicas a lo largo del meridiano 70°. I. Hojas Bardas Blancas y Los Molles. Asociación Geológica Argentina, Revista 2(4): 409-433. Reimpreso en Asociación Geológica Argentina, Serie C, Reimpresiones 1: 1-174 (1980), Buenos Aires.
- GROEBER, P., 1928. Traslado del vulcanismo de la falda oriental de la cordillera hacia la ladera occidental. GAEA Sociedad Argentina de Estudios Geográficos, 3 (1):210-215. Buenos Aires.
- GROEBER, P., 1929. Líneas fundamentales de la geología del Neuquén, sur de Mendoza y regiones adyacentes. Dirección General de Minas, Geología e Hidrología, 58: 1-109. Buenos Aires.
- GROEBER, P., 1946. Observaciones geológicas a lo largo del meridiano 70. 1. Hoja Chos Malal. Revista de la Sociedad Geológica Argentina, 1 (3): 177-208. Buenos Aires.
- GROEBER, P., 1956. Anotaciones sobre el Cretácico, Supracretácico, Paleoceno, Eoceno y Cuartario. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 10 (4) :234-261. Buenos Aires.
- GUERELLO, R.R., 2006. Geología del sector norte de la Fosa de Chos Malal. Trabajo Final de Licenciatura, inédito. Universidad de Buenos Aires.
- HERMANN, R.L., NAUMANN, R., FOLGUERA, A. Y PAGENKOPF, A. 2004a. Sedimentologic análisis of deposits of an historic landslide dam failure in Barrancas valley causing a catastrophic 1914 Río Colorado flood, northern Patagonia, Argentina. En Lacerda, W.A. Ehrlich, M. Fontoura y Sayao, A. (eds.) Landslides: Evaluation and Stabilization, Balkema 2: 1439-1445.
- HERVÉ, F., DEMANT, A., RAMOS, V.A., PANKHURST, R.J. Y SUÁREZ, M., 2000. The Southern Andes. En: Cordani, U.G., Milani, E.J., Thomaz Filho, A. y Campos, D.A. (Eds.), Tectonic Evolution of South America: 605-634. Río de Janeiro.
- HOLMBERG, E. 1962. Descripción Geológica de la Hoja 32d-Chachahuen. Prov. del Neuquén- Prov. de Mendoza. Carta Geológico-Económica de la República Argentina. Escala 1: 200.000. Dirección Nacional de Geología y Minería, Boletín 91, 72 p., Buenos Aires
- HUNGR, O., S. EVANS, M. BOVIS y J. HUTCHINSON, 2001. A review of the classification of landslides of the flow type. Environ. & Engineering Geosciences, 7(3):221-238.
- INDEC (2002) - Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2001. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, Ministerio de Economía, Buenos Aires.
- INTA, 1989. Atlas de suelos de la República Argentina. Buenos Aires.
- JARAMILLO, J (2002) - Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales: Una solución para la disposición final de residuos sólidos municipales en pequeñas poblaciones. Universidad de Antioquia, Colombia. OPS/CEPIS/PUB/02.93.
- KAY, S.M., COPELAND, P. Y MANCILLA, O., 2006. Upper Cretaceous to Holocene magmatism and evidence for transient Miocene shallowing of the Andean subduction zone under the Northern Neuquén Basin (35°-39°S lat). En: Kay, S.M. y Ramos, V.A. (Eds.), Evolution of the Andean margin: a tectonic and magmatic view from the Andes to the Neuquén Basin (35°-39° S latitude). Geological Society of America Special Paper, 407: 19-60.
- KOEPPEN, W. 1936. Climatología. Editorial Fondo de Cultura Económica, México, 1ª edición, 477 páginas.
- LAVELL, A., (1996) - Estado, Sociedad y Gestión de los Desastres en América Latina. LA RED-FLACSO-IT Perú. Lahmann. Lima, Perú.
- LEGARRETA, L. Y ULIANA, M.A. 1999. El Jurásico y Cretácico de la Cordillera Principal y la Cuenca Neuquina. En Caminos, R. (ed.): Geología Argentina, Servicio Geológico Minero Argentino, Anales 29: 399-416, Buenos Aires.
- LLAMBÍAS, E.J.; DANDERFER, J.C.; PALACIOS, M.; BROGIONI, N., 1978. Las tocas ígneas cenozoicas del volcán Domuyo y áreas adyacentes. VII Congreso Geológico Argentino, Actas II: 569-584. Neuquén.
- MARTINEZ, O; RABASSA, J.; A. CORONATO, 2009. Charles Darwin and the first scientific observations on the patagonian shingle formation (Rodados Patagónicos). *Rev. Asoc. Geol. Argent.* 2009, vol. 64, n.1 90-100

- MELLA, M., MUÑOZ, J., VERGARA, M., KLOHN, E., FARMER, L. Y STERN, Ch.R., 2005. Petrogenesis of the Pleistocene Tronador Volcanic Group, Andean Southern Volcanic Zone. *Revista Geológica de Chile*, 32(1): 131-154. Santiago de Chile.
- MERCER, J., (1976) - Glacial History of Southernmost of Southamerica. *Quaternary Research*, 6: 125-166.
- MERINO, A.; EDESIO, J. M.; *et.al.* (1999) – Efectos de la preparación del terreno sobre la conservación y productividad de suelos forestales / En: Congreso: Congreso de Ordenación y Gestión Sostenible de Montes (Santiago de Compostela, 4-9 de octubre de 1999). Publicación: Actas del Congreso, tomo I, páginas 635-640.
- MONGE, G., 1997. Manejo de residuos en centros de atención de salud. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.
- MOVIA, C., 1983. Estudio de la Vegetación de la Provincia del Neuquén. Ministerio de Economía y Hacienda de la Nación. Argentina.
- NAROSKY, T. y D. IZURIETA, 2003. Guía para la identificación de las Aves de Argentina y Uruguay. Edición de Oro. Vázquez Mazzini Editores. Buenos Aires.
- NAZETON, C.E.; Marlenko, N., González, S. G., Ríos, D., Barrenechea, J., Murgida, A. M., Micou, A. P., Gentile, E. y Boudín, M. C.(2005) - «Vulnerabilidad social estructural» El Cambio Climático en el Río de la Plata. Cap. 10 (113-118). Barros, V., Menéndez, A. y Nagy, G., editores. Buenos Aires, AIACC/CIMA.
- PAPADAKIS, J., 1966 Climates of the world and their agricultural potentialities. Universidad de Michigan. 173 páginas.
- PENNA, I.; R. Hermanns y A. Folguera, 2008. Remoción en masa y colapso catastrófico de diques naturales generados en el frente orogénico andino (36º-38ºs): los casos Navarrete y Río Barrancas, *Revista de la Asociación Geológica Argentina*. Rev. Asoc. Geol. Argent. v.63 n.2 Buenos Aires.
- PEREYRA, F., ALBERTONI, J., BREARD, C.,CAVALIARO, S.,COCCIA, M., DUCOS, E., DZENDOLETAS, M., FOOKES, S., GETINO,E., HELMS, F., KRUK, W., LOPEZ, R., MIZIO, C., ROVERANO, D., TOBIO, M., TOLOCZYKI, M., WILSON, C., (2005) -Estudio Geocientífico Aplicado al Ordenamiento Territorial – San Carlos de Bariloche, Provincia de Río Negro, Republica argentina- Dirección de Geología Ambiental y Aplicada – SEGE-MAR, Anales 42, 175 págs.
- PONCE, J., C. ZAVALA, V. *et.al.* 2002. Análisis estratigráfico y Modelo deposicional para la Formación Rayoso (Cretácico Inferior) en la Cuenca Neuquina, Provincia del Neuquén. Actas del XV congreso geológico argentino, calafate 2002
- PROYECTO P.A.S.M.A. II - TAREA 3 -Inventarios de recursos Naturales y Humanos -Agua Superficial y subterránea- Provincia de Neuquén
- RABASSA, J. y G. CLAPPERTON, 1990. Quaternary glaciations of the Southern Andes. *Quaternary Science Review*, 9: 153-174.
- RAMOS, V., 1999. Las provincias geológicas del territorio argentino. En: Caminos, R. (Ed.), *Geología Argentina*. Anales 29 (3): 41-96. Buenos Aires.
- RAMOS, V.A. Y KAY, S.M., 2006. Overview of the tectonic evolution of the Southern Central Andes of Mendoza and Neuquén (35º-39º S latitude). En: Kay, S.M. y Ramos, V.A. (Eds.), *Evolution of the Andean margin: a tectonic and magmatic view from the Andes to the Neuquén Basin (35º-39ºS latitude)*. Geological Society of America Special Paper, 407: 1-17.
- RAPELA, C.W., L.A. SPALLETI y C.J. MERODIO, 1983. Evolución magmática y geotectónica de la «Serie Andesítica» Andina (Paleoceno - Eoceno) en la Cordillera Nordpatagónica. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 38 (3-4): 469-484. Buenos Aires.
- RED INGENIERIA S.R.L 2005 – Plan Maestro de obras de control y desagües pluvoaluvionales - Rincón de Los Sauces. ANEXO 2: Estudios Básicos. Subanexo 4: Análisis Hidrológico. Para Dirección General de Recursos Hídricos. Provincia del Neuquén
- ROMAN, A. y A. SISUL, 1986. Consideraciones hidrogeológicas en los barríos El Pilar y Frutillar, San Carlos de Bariloche. Instituto Tecnológico Minero de Aguas Subterráneas (ITMAS), San Antonio Oeste. Informe inédito
- SCASSO, R.A.Y LIMARINO, C.O., 1997. Petrología y Diagénesis de rocas clásticas. Asociación Argentina de Sedimentología, Publicación Especial 1, 258 pp. Buenos Aires.
- SMITHSONIAN GLOBAL VOLCANISM PROGRAMME, 2008. Volcano Information. <http://www.volcano.si.edu>.
- SOSIC, M., 1978. Recursos hídricos subterráneos. 7º Congreso Geológico Argentino, Relatorio de Geología y Recursos Naturales del Neuquén: 309-319. Buenos Aires.
- STERN, CH.R., 2004. Active Andean Volcanism: its geologic and tectonic setting. *Revista Geológica de Chile*, 31(2): 161-206. Santiago de Chile.
- TUNSTALL, C., FOLGUERA, A., 2005. Control estructural en el desarrollo de una concentración anómala de calderas en los Andes de Neuquén: Complejo Volcánico Pino Hachado (38º 30'S y 71º O). *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 60: 731-741. Buenos Aires.
- URS Corporation S.A (2009) – Estudio de Impacto Ambiental. Ferrocarril Proyecto Potasio Río Colorado. Provincia del Neuquén, Argentina. Vol 1.
- USDA, 2006. Claves para la Taxonomía de Suelos. 10a Edición, 339 pp.
- USDA-SCS, 1999. Keys to Soil Taxonomy. Soil Survey Staff- USDA, 644 pp. Washington
- VALICENTI, J., 2006. Amenazas en la Cuenca de los ríos Limay, Neuquén y Negro, Tesis de Grado. Autori-



dad Interjurisdiccional de Cuencas (AIC), Río Negro.

VARNES, D., 1978. Slope movements types and processes. Transport Research Board, Special Report 176:11-33. Washington D.C.

VON WOLFF, F., 1929. Der Vulkanismus II Band: Spezieller Teil 1 Teil Die Neue Welt (Pazifische Erdhalfte) der Pazifische Ozean und Seine Randgebiete. Stuttgart: Ferdinand Enke, 828 pp.

ZÖLLNER, W. & AMOS. 1973. Descripción Geológica de la Hoja 32b, Chos Malal, provincia del Neuquén, *Servicio Geológico Nacional Boletín* 143: 1-91.

#### PAGINAS WEB

<http://www.guiapatagoniaactiva.com.ar/rincon.php>

<http://www.neuquen.com/>

[localidades\\_rincondelossauces.php](http://www.neuquen.com/localidades_rincondelossauces.php)

<http://www.indec.gov.ar/webcenso/index.asp>

<http://www.mininterior.gov.ar/municipios/masinfo.php?>

<http://www.patrimonionatural.com/HTML/provincias/neuquen/aucamahuida/aucamahuida.asp>

<http://www.neuquen.com/>

[localidades\\_rincondelossauces.php](http://www.neuquen.com/localidades_rincondelossauces.php)

<http://www.inta.gov.ar/bariloche/ssd/nqn/>

[anpprovinciales/auca\\_mahuida.htm](http://www.inta.gov.ar/bariloche/ssd/nqn/anpprovinciales/auca_mahuida.htm)

<http://www.elperiodicoderincon.com.ar>

<http://www.lmneuquen.com.ar>

[http://es.wikipedia.org/wiki/Patagonia\\_argentina](http://es.wikipedia.org/wiki/Patagonia_argentina)

<http://www.volcano.si.edu>

<http://colectivosalas.blogspot.com/2011/02/petroleo-y-dinosaurios-la-historia-del.html>

[http://www.arroyito.net/cae/residuos\\_urbanos.htm](http://www.arroyito.net/cae/residuos_urbanos.htm)

<http://www.cepis.ops>

## ANEXO I RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

Los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) pueden clasificarse según su:

- Fuente de generación: Domésticos, comerciales, institucionales, de construcción y demolición, industriales, de servicios municipales (barrido y limpieza de la ciudad, poda del arbolado público, etc.).
- Composición: Restos de alimentos y cocina (materia orgánica húmeda), papel, cartón, vidrio, metal, madera, plástico, textil.
- Características: Peligrosos por ser patogénicos, radioactivos, tóxicos o venenosos, inflamables, explosivos.

### RECICLAJE

Debido a que gran parte de los residuos pueden tener valor como insumos para otras actividades, la gestión de los mismos presenta alternativas, tanto antes como después de su recolección. Por tratarse de una gestión económica y ambientalmente favorable, un recurso altamente recomendado es el Reciclaje, que incluye cualquier sistema de tratamiento complementario que lleve consigo el sentido de recuperación y reutilización de los valores contenidos en los residuos.

Los objetivos del reciclaje de los RSU son, entre otros, la conservación de los recursos naturales, la disminución de los residuos globales destinados al vertido, la conservación de la energía y la preservación del medio ambiente. Existen dos sistemas de reciclaje, la separación o clasificación en origen, realizada por el generador del residuo y la recolección selectiva que se efectúa en plantas de tratamiento específicas, ambos sistemas pueden ser compatibles y complementarios.

La clasificación en origen consiste en la recolección diferenciada de los distintos componentes de los residuos sólidos urbanos que, previamente, han sido separados a nivel de cada hogar o antes de que lleguen a los centros de tratamiento. Este sistema es el recomendado en este caso aunque el mayor problema que enfrenta este sistema es la concientización que se debe ejercer sobre los ciudadanos.

### RESIDUOS HOSPITALARIOS

Se llama residuos hospitalarios a todos los desechos generados en un centro de asistencia médica humana y merecen una referencia especial ya que los mismos deben ser considerados en forma diferenciada. Debe tenerse en cuenta que el inadecuado manejo de los residuos hospitalarios tiene impactos ambientales negativos que pueden surgir durante la segregación, almacenamiento, tratamiento, recolección, transporte o disposición final de los mismos. Las consecuencias de estos impactos pueden afectar no sólo la

salud humana sino también la atmósfera, el suelo y las aguas superficiales y subterráneas.

Los Residuos Hospitalarios Tipo «B» (Patógenos) con mucha frecuencia son arrojados a vertederos o rellenos sanitarios junto con los RSU. También suele suceder que los incineradores utilizados en algunos hospitales no funcionen de manera satisfactoria por lo que se incrementarían los riesgos para la salud y el ambiente. Si los residuos debieran ser trasladados para su tratamiento final como en este caso, lo que reviste gran importancia es la segregación y almacenamiento hasta que se efectúe dicho traslado.

La clave de la segregación es la clasificación ya que una clasificación incorrecta podría ocasionar problemas posteriores. Es importante identificar claramente los recipientes y bolsas para cada tipo de residuos, lo cual tiene también un efecto preventivo ya que todos los empleados del hospital se sentirán más responsables de lo que depositan en cada bolsa. Por otra parte, el lugar de almacenamiento deberá ser seguro y permitir su fácil limpieza en caso de derrames de desechos. (Monge, 1997).

### RELLENO SANITARÍO

Todos los residuos que no hubieran sido reciclados, recuperados o, en el caso de los residuos hospitalarios, trasladados, son finalmente recolectados y transportados a un sitio de disposición final o vertedero. El relleno sanitario es una técnica de disposición final de residuos sólidos en el suelo que no causa molestia ni peligro para la salud o la seguridad pública ni perjudica el ambiente durante su operación o después de su clausura.

Esta técnica utiliza principios de ingeniería para contener la basura en un área lo más estrecha posible, cubriéndola con capas de tierra diariamente y compactándola para reducir su volumen.

Se trata de una instalación diseñada y operada como una obra de saneamiento básico, que cuenta con elementos de control seguros y cuyo éxito radica en gran parte en la adecuada selección del sitio para su localización. La principal diferencia entre un relleno sanitario y un basural es la utilización de material de cobertura (tierra) para confinar los residuos al final de cada jornada con lo que se logra separar adecuadamente la basura del ambiente exterior.

Existen tres tipos de rellenos sanitarios:

1. Relleno sanitario mecanizado: Diseñado para las grandes ciudades y poblaciones que generen más de 40 toneladas diarias.
2. Relleno sanitario semimecanizado: Para una población que genere entre 16 y 40 toneladas diarias de RSU (poblaciones de hasta 80.000 habitantes).
3. Relleno sanitario manual: Consiste en una adaptación del concepto de relleno sanitario

para las pequeñas poblaciones que producen menos de 15 t/día. (poblaciones de hasta 30.000 habitantes). Por la cantidad y el tipo de residuos la operación de compactación y confinamiento de los residuos puede ser ejecutada manualmente con el apoyo de una cuadrilla de hombres y el empleo de algunas herramientas.

En el caso de las localidades estudiadas debido a sus dimensiones y la cantidad de RSU generados, el tipo de relleno sugerido es el semimecanizado, teniendo en cuenta el rápido crecimiento esperable en esta localidad.

### MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN DE UN RELLENO SANITARIO

El método constructivo y la subsecuente operación de un relleno sanitario está determinado principalmente por la topografía del terreno. El método de trinchera o zanja se utiliza en regiones planas mientras que el método de área es recomendado para zonas donde resulte poco factible excavar fosas o trincheras para enterrar la basura. En el caso estudiado se recomienda utilizar el Método de Área ya que a través de este sistema los RSU pueden depositarse directamente sobre el suelo original, el que debe elevarse algunos metros. A partir de allí se continúa la operación avanzando sobre el terreno y conservando una pendiente suave (relación vertical/horizontal de 1:3 a 1:2).

Las siguientes prácticas básicas deben tenerse en cuenta para la construcción, operación y mantenimiento de un relleno sanitario:

- el desvío de las aguas de escorrentía para evitar, en lo posible, su ingreso al relleno sanitario.
- la compactación de los RSU en capas de 0,20 a 0,30 metros de espesor.
- la cobertura diaria con una capa de 0,10 a 0,20 metros de tierra o material similar.
- el control y drenaje de lixiviados y gases para mantener las mejores condiciones.
- la cobertura final (al final de su vida útil) de unos 0,40 a 0,60 metros de espesor de forma tal que pueda generar y sostener la vegetación.

Es trascendental el cubrimiento diario de los residuos con tierra. La utilización de material de cobertura (tierra) para confinar los residuos y separarlos adecuadamente del ambiente exterior al final de cada jornada cumple con la función de minimizar la presencia y proliferación de insectos y aves, impedir la entrada y proliferación de roedores, evitar incendios y presencia de humos, reducir los malos olores y disminuir la entrada de agua de lluvia a la basura.

### UBICACIÓN DEL TERRENO

Desde el punto de vista del servicio de aseo urbano, la ubicación del terreno juega un papel importante en cuanto a la distancia al centro urbano y el tiempo que tarda el vehículo recolector en llegar a su destino final, pues de ello depende el número de viajes diarios con cargas de basura que este pueda realizar. Esto compete a la cobertura del servicio de recolección y redundante en el costo del transporte de los desechos. Por lo tanto, el sitio no debe estar a más de 60 minutos de ida y regreso del centro poblado.

*Vías de acceso:* En términos generales el terreno deberá estar cercano a una vía principal para que sea de fácil acceso y resulte más económico el transporte de los RSU y la construcción de las vías de circulación internas. Esto permitirá un ingreso fácil, seguro y rápido de los vehículos recolectores en todas las épocas de año.

*Condiciones hidrogeológicas:* A fin de evitar la contaminación del acuífero es importante analizar el tipo de suelo sobre el que se construirá el relleno sanitario. El mismo deberá ser impermeable, es decir, arcilloso; caso contrario, deberá impermeabilizarse con una capa de arcilla compactada de 0,30 metros de espesor o con una geomembrana de PVC4 o polietileno de alta densidad. El nivel freático debe hallarse profundo y el sitio debe encontrarse alejado de cursos fluviales para evitar que se vea expuesto a la erosión hídrica.

*Vida útil del terreno:* Es deseable que la capacidad del sitio sea suficiente para permitir su utilización por un mínimo de cinco años, a fin de que su vida útil se compatibilice con la gestión, los costos de adecuación y las obras de infraestructura que demandará su instalación. Por lo tanto el cálculo de la extensión necesaria del terreno para un relleno sanitario tendrá en cuenta la cantidad de habitantes, la generación diaria de RSU per cápita (oscila entre 0,2 y 0,6 Kg/hab./día) y la expectativa de vida útil requerida.

*Material de cobertura:* El terreno deberá contar con abundante material de cobertura de fácil extracción y con buen contenido de arcilla, debido a su baja permeabilidad y a su elevada capacidad de absorción de contaminantes.

*Conservación de los recursos naturales:* Asimismo el sitio deberá estar ubicado aguas abajo de la captación del agua destinada para consumo humano y, en general, de las fuentes de agua superficial. Lo ideal es que se localice en una zona de divisoria de aguas.

*Condiciones climatológicas:* La dirección del viento predominante es importante debido a los olores y molestias que puede ocasionar la descarga de los residuos y las labores de extracción de tierra y cobertura. Por ello, el relleno sanitario deberá estar ubicado de tal manera que el viento circule desde el área urbana hacia él.



Debido a que los vientos predominantes de la zona provienen del sur y suroeste, el terreno debería estar ubicado hacia el noreste (NE) de las zonas urbanas en cuestión.

En caso de no poder ubicarse en una zona que cumpla con esta exigencia se sugiere la siembra de árboles y vegetación espesa en toda la periferia del relleno. La vegetación, además, impide la visualización de las operaciones de disposición de los residuos y le confiere una mejor apariencia estética a la obra.

Otro factor de vital importancia es la precipitación pluvial que deberá considerarse para el dimensionamiento de las obras de drenaje perimetral y de lixiviado. El lixiviado también puede ser rebombado, recirculándolo al mismo relleno sanitario, para que éste funcione como filtro.

## BIBLIOGRAFÍA

- BAUMANN, V., BOUJON, P., COPPOLECCHIA, M., ELISSONDO, M., RIVAS, I., TCHILINGUIRIAN, P., TOBÍO, M. I., 2008. Estudio Geocientífico Aplicado al Ordenamiento Territorial de Andacollo y Huiganco. Anexo X. Dirección de Geología Ambiental y Aplicada, SEGEMAR, Buenos Aires, Inedito.
- JARAMILLO J., 2002. Gestión de Residuos Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales: Una solución para la disposición final de residuos sólidos municipales en pequeñas poblaciones OPS/CEPIS/PUB/02.93.
- MONGE, G., 1997. Manejo De Residuos En Centros De Atención De Salud Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.

[www.arroyito.net/cae/residuos\\_urbanos.htm](http://www.arroyito.net/cae/residuos_urbanos.htm)  
[www.cepis.ops](http://www.cepis.ops)

## ANEXO II TRATAMIENTO DE AGUAS POR FILTROS FITO-TERRESTRES

La fitorremediación se presenta como una alternativa ambientalmente sustentable, de bajo costo y con escasa necesidad de mano de obra y mantenimiento y puede ser utilizada para descontaminar aire, suelos, sedimentos, aguas superficiales y aguas subterráneas de metales tóxicos, toxinas orgánicas y otros compuestos contaminantes. Actuando como filtros o trampas, las plantas son capaces de degradar los contaminantes orgánicos, extraer los contaminantes metálicos y contener o estabilizar su movimiento.

Existen dos mecanismos involucrados en el saneamiento por fitorremediación de sitios contaminados: la fitoextracción y la inmovilización.

- La fitoextracción consiste en la acumulación de los contaminantes en vástagos y hojas de plantas que luego son cosechadas.
- La inmovilización se basa en la acumulación en las raíces de plantas que no se cosechan.

La determinación de especies vegetales capaces de absorber distintos tipos de contaminantes significa un avance importante en la búsqueda del equilibrio ambiental en sistemas agua – tierra. Esta tecnología o técnica de descontaminación efectiva, no intrusiva y de bajo costo es la alternativa más conveniente que ofrece la relación costo-beneficio para remover sustancias o compuestos peligrosos del agua o del suelo y al mismo tiempo, es estética y naturalmente amigable con el ambiente, por lo que representa una forma de descontaminación aceptable para las comunidades circundantes.

La fitorremediación ha sido utilizada activamente desde principios de la década de los noventa y su uso va en aumento. Hay pruebas a escala completa o de demostración en más de 200 proyectos en todo el mundo y presenta numerosas ventajas puesto que funciona en una amplia variedad de sitios y sobre innumerables contaminantes. Un ejemplo local es el Barrio 16 de Octubre en la ciudad de Esquel que cuenta con este tipo de sistema de Saneamiento.

El llamado Tratamiento por Filtros Fito-Terrestres (TFFT) utiliza técnicas naturales para el tratamiento de los efluentes cloacales domiciliarios.

Básicamente se trata de una cadena de pequeños ecosistemas que filtran los líquidos contaminados mediante el empleo de Humedales Artificiales, una alternativa de bajo costo de implantación y mantenimiento para núcleos de población pequeños y medianos como el estudiado.

Las plantas de tratamiento consisten en una cámara o tanque de sedimentación que recibe los líquidos cloacales los que se envían a impulsos a través de un tanque de bombeo al humedal, un módulo de tratamiento provisto de filtros fitoterrestres que en realidad es un pequeño ecosistema donde interactúan el suelo del módulo y las plantas que se siembran sobre él. Los Filtros Fito-Terrestres son el núcleo del tratamiento y cumplen una función biológica y química. La tarea purificadora propiamente dicha responde al accionar de los microorganismos, relacionados de manera intrínseca con las características del suelo y de las plantas que se utilizan.

Una de las especies más utilizadas son los *Phragmites Communis* (Carrizos) que proveen oxígeno al área radicular a través de sus raíces. Esto se traduce en un rápido desarrollo de bacterias aeróbicas o anaeróbicas que crecen en forma proporcional al desarrollo de las raíces y a la cantidad de nutrientes provistas por el caudal cloacal.

Tras su paso por el módulo de Filtros Fito-Terrestres las aguas se recogen en una tubería de drenaje inferior y se conducen hacia un Depósito o Tanque de Salida para su posterior remoción al cuerpo receptor, en este caso el canal de riego para las zonas forestadas. En lo que respecta a la higiene, se ha comprobado que luego de atravesar el área radicular, se reducen significativamente los microbios, debido a un complejo sistema de rendimiento de los diferentes elementos activos. La vitalidad de la microflora, el aporte de oxígeno de las plantas, el efecto bactericida, así como otros factores químicos y físicos son de relevante importancia para que fuera del área de mayor carga, no se localicen concentraciones de gérmenes que puedan ocasionar infecciones.

Una de las grandes ventajas de esta tecnología es su autosuficiencia ya que, una vez establecido el régimen del sistema no necesita energía externa para funcionar. No hace falta 'cosechar' y su operación no demanda presencia intensiva de personal. La vida útil de los Filtros Fito-Terrestres depende de la cantidad de usuarios conectados, calculándose en aproximadamente 33,3 años para una población de 30.000 habitantes.

Las Plantas de Saneamiento basadas en técnicas de Fitorremediación evitan que los líquidos cloacales contaminen el suelo y las aguas, demostrando que es posible y ventajoso tratar los efluentes con tecnologías sustentables como ésta.

## BIBLIOGRAFÍA

- BAUMANN, V., BOUJON, P., COPPOLECCHIA, M., ELISSONDO, M., RIVAS, I., TCHILINGUIRIAN, P., TOBÍO, M.I., 2008. Estudio Geocientífico Aplicado al Ordenamiento Territorial de Andacollo y Huinganco. Anexo X. Dirección de Geología Ambiental y Aplicada, SEGEMAR, Buenos Aires, Inédito.
- PIDRE J., ALONSO, E., 2002. The behavior of an artificial wetland of vertical flow pilot unit in the experimental waste water treatment plant at Carrión de los Céspedes (Seville – Spain) Centre of the New Water Technology.

[www.eko-plant.com](http://www.eko-plant.com)

[www.coop16.com.ar/saneamiento.html](http://www.coop16.com.ar/saneamiento.html)

NOMBRE	UBICA-CIÓN	LAT.	LONG.	STATUS	DESCRIPCIÓN	COMPO-SICIÓN	TIEMPO Y TIPO DE ERUPCIÓN																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Descabezado Grande	Chile	-35.58	-70.75	Histórico	Estratovolcán con crater central de 1,4 km de ancho, relleno con hielo. Ubicado en el centro de un campo volcánico a 7 km del Co Azul. Única erupción histórica de un cráter en el flanco NNE formado luego de la erupción del Quizapu. Fisura de Las Muldas en flanco NW es Holocena, emitió riolitas. Además numerosos centros del Pleistoceno tardío-Holoceno al N.	Andesítico a Riodacítico	<b>Monitoreo</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
							1982: Actividad fumarólica en crater principal. Previo actividad débil en flanco W																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
							<b>Registro Histórico</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
							1932 (3)	FV	EE	PHE	AA: Flanco NNE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
							1933 (2)	FV	EE	PHE	AA: Quizapu																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Cerro Azul	Chile	-35.65	-70.76	Histórico	Estratovolcán localizado en el extremo S del sistema Descabezado Grande-Co. Azul. Cráter central abierto hacia el N. Flanco W: Soria vents "La Resoloma Craters" de composición basáltica-andesítica. En flanco SW 2 conos de escoria (Los Hornos). Quizapu es un ven en flanco N que se generó durante erupción en 1846, emitió coladas dacíticas. En 1952 se da la erupción explosiva más importante del S. XX que amplió el crater a 600-700 m de ancho y 150 m prof. y eyectó 9,5 km cúbicos de tefra dacítica.	Quizapu: dacítico Conos de escoria: bas- andes	1916 hasta 1932? (5+)	FV	EE	FV	PHE	D	AA: Quizapu																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
							1914 (2)	FV	EE	EE	PHE	AA: Quizapu																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
							1913 (2)?	FV	EE	EE	PHE	AA: Quizapu																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
							1912-1903(2) 4 E	FV	EE	EE	PHE	AA: Quizapu																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
							1846 (2)	RFE	EE	EE	LF	AA: Quizapu																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Laguna del Maule	Chile	-36.02	-70.58	Holoceno	Caldena Pleistocena-Holocena con numerosos estratovolcanes, domos y conos piroclásticos. Pleistoceno: 14 coladas basálticas en porción superior río Maule y conos piroclásticos. Última actividad Holocena: generó crater de explosión al E del lago y numerosos domos riolíticos y coladas.	Basáltico, Riodacítico	Pleistoceno Holoceno																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
							Volcan San Pedro-Tañara sobre vn. Pellado (estratov. Muy erosionado), ambos sobre caldena Co. Colorado (0.5 MY). Tañara es un volcán en escudo base-andes con sec. Apiladas de coladas de más de 100m. El Vn. San Pedro e un estratov. Andesítico con glaciares en el crater desarrollado sobre Tañara. Posee conos de escoria q originan las erupciones más recientes. Avalancha de detritos en flanco este, seguida por erupciones que generan coladas en Holoceno.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
San Pedro-Pellado	Chile	-35.99	-70.85	Holoceno	Estratovolcán con gliecir, dos eventos de colapso del volcán (sector E y SW pre holobenos y actividad Holocena concentrada en cima y flanco E. Domos lávicos en cima andes a dacíticos. Domo en escarpa de colapso y cima, block and ash flows. Actividad fumarólica.	San Pedro andesítico																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										

UBICACIÓN	LAT.	LONG.	STATUS	DESCRIPCIÓN	COMPOSICIÓN	TIEMPO Y TIPO DE ERUPCIÓN
Gr. Volc. Cochiquito	-36,77	-69,82	Holoceno	V. Cochiquito: bas. Alcalino estratovolcán con 8 conos satélites(Pleisto-Holo V. Sillanegri (Malal) como proclítico con 2 cráteres y lavas aa basálticas Holoceno. V. Ranquil del Sur es estratovolcán peq. De edad Pleisto-Holo con enter de 600 m y generó nat. proclítico andesítico y flujo lavicos	Vn. Cochiquito: Basáltico alcalino, Vn. Ranquil andesítico	
				Estratovolcán en el límite norte de macizo volcánico elongado (cadena N-S) La cima es coronada por dos calderas superpuestas de 3,5 km de ancho. El <b>Volcán Negro del Tromen</b> (Pleistoceno) se encuentra al norte, caracterizado por una caldera de 5 km de ancho.Extrmo SSWCo. <b>Tilhue</b> (Pleisto-Holo)- Ventis post-calderal han sido construidas en ambas calderas y en el flanco de la caldera NE. Las lavas más jóvenes son originadas en el flanco y descienden por el N y NE. Ventis Holocenos too en flanco inf. Ne en la zona de Co. Melchior.	Andesítico- Dacítico.	Edad estimada Pleistoceno-Holoceno.
Tromen	-37,14	-70,03	Histórico			Historico: Von Wolf (1929) reportó una erupción en 1822 y asignó las erupciones del Pomahuila en 1820-23,27 y 28 al Tromen pero no ha sido confirmado. Padre Havestadt en 1752 hizo un viaje y pasó cerca al tromen y lo dibujó en erupción
Anhuco	Chile-C	-37,41	-71,35	Histórico		<b>Historico</b> 1992/84/82/72/69/29 Alum. 1869/63 (2) 2 Er CV EE 1862 Alum. 1861 (0) CV EE 1852 (3) CV EE 1848 2)? CV EE 1845/39/28 (2) 3 E CV (EE) 1820/1806/752 (1-3) 3 E (CV) EE (LF) (LFH) 1750(2) EE <b>Prehistorico</b> 7750 BC CV PhE Dav Deslizamiento y Gen. Caldera ab. Al oeste <b>Historico</b> 2000 (Julio-Oct) (2) EE CV Ctl.kE PhE LH E D 1995 (2) CV Ctl.kE EE PhE 1994 (2) CV Ctl.kE EE 1992(2) CV Ctl.kE EE PhE LH E 1961 (2) EE PhE 1960-1867 (29) 4 er PhE PhE PumA 1759 ? EE PhE 1750 (2) EE PhE <b>Prehistorico</b> 250 BC EE PF 6820 BC EE PF
Copahué	-37,85	-71,17	Histórico	Estratovolcán sobre caldera de Trapa-Trapa desarrollada en extremo W de Caldera del Agrio. Lincamiento con 9 cráteres, el oriental contiene un lago ácido con intensa actividad fumarólica. Hacia el E en la caldera también se reconoce actividad geotérmica.	Andesítico a Basáltico- andesítico	
Callaqui	Chile	-37,92	-71,45	Histórico		<b>Reportes Monitoreo (OVDAS-U. Concepción)</b> 2009 27/01 BA VAAC: Reporta pluma de cenizas de Callaqui y de Nevados de Chillán 2008 (13-19/02) Univ. Concepción instalan instrumentos de monitoreo. Habitantes reportaron terremotos y ruidos en semanas anteriores 1997 (Dic) Instalación de red monitoreo sísmico. Actividad sísmica estable durante 3 meses. 1997/03 Actividad fumarólica continua en crater ppal y flanco S. Dos fumarolas vapor y S. Alteración alta. 1990/03 Steam jet hasta 300-400 m de fumarolas en flanco SE 1980/10 Emisiones frías de ceniza de la cima <b>Historico</b> 1980 (1) CV EE PhE 1937 (?) Encierta 1872 E desacreditaada (de Quetrupillan) 1864 (?) EE Alum. Incierta 1751 (2) EE Actividad fumarólica histórica. Reportes erupciones en 1876 y 1933 aparentemente de Lonquimay o Llama. Erosión glaciaria. 1987 Marzo: Campo solfatarico activo de 200 m2. Emisión de agua, vapor y H2S.
Tolguca	-38,31	-71,64	Holoceno	Estratovolcán	Basáltico	1998 (3) FV RFE EE LH E F E AA NE flank 1940? EE tr 1933 (2) EE LF 1887 (3) RFE EE LF 1853 (3) CV EE LF
Lonquimay	-38,38	-71,58	Histórico	Estratovolcán con un glacier crater. Afectado por fisuras E-W y NE-SW. Zona de fisura "Cordón Fisural Oriental" se ext. 10 km al NE y genera numerosos flank vents y conos de ceniza. Lava flows más de 10 km desde estos vents.	Andesítico (se reconocen rocas basálticas y andesíticas)	



NOMBRE	UBICA- CIÓN	LAT.	LONG.	STATUS	DESCRIPCIÓN	COMPO- SICIÓN	TIEMPO Y TIPO DE ERUPCIÓN																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Trailhue	Argentina	-38.52	-70.90	Holoceno	Complejos Volcánicos Trailhue y Pino Solo al NW de Pino Hachado. Inicia con erupciones traquiandesíticas y luego domos lávicos y piroclastos basálticos a lo largo fractum NW (postglacial)	Traquiandesítico o. Basáltico.	Holoceno (Tunstal y Folguera, 2005)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Llaima	Chile	-38,69	-71,73	Histórico	Estratovolcán desarrollado sobre una caldera de 8 km diam. Más de 40 como de escoria en los flancos. Dos cráteres activos. Fase explosiva hace 7200 años. Actualmente actividad tipo stromboliana y hawaiana, con infrecuente act. Subpliniana	Basáltico a andesítico	Histórico																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
							2008 (2)	CV	EE	PF	LF	LH	Centizas Argentina																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
							2007-1995(2) 7 e	CV	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
							1994 (2)	CV	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
							1992-1990 (1) 2E	CV	EE	PHE	CV	LF	SG	LH	D	AA: Cráter SE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
							1984-1979 (2) 2E	CV	EE	EE	LH	LF	E																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
							1971-60 (2) 3 E	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
							1965 (3) 1	CV	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
							1949-1937 (1-2-3) 9 E	CV	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
							1932-1751 (2-3)	CV	FV	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1640 (4) 1E	EE	EE	LH	DA	DA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
6880 BC (5)	EE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
7410 BC	EE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Solipulli	Chile	-38,97	-71,52	Holoceno	Caldera de 4 km de ancho rellena por glaciares (Origen explosivo en duda ya que no se reconocen depósitos piroclásticos asociados). Erupciones post-	Dacítico	1240 +- 50 y 920 +- 75 y BP (>5)	FV	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	

**Tabla VI:** Volcanes activos en la ZVS entre los 35° y 39° S. Para cada volcán incluye información sobre ubicación, status, composición y una breve descripción. La última columna detalla las erupciones reportadas, fechas, tipo de erupción y procesos. El índice de explosividad volcánica (VEI) se indica entre paréntesis luego de la fecha de erupción. El número de erupciones para cada período se indica luego. Los tipos de erupciones y procesos se encuentran abreviados: CV: erupción central; FV: erupción de flanco; EE: erupción fumarol; EE: erupción explosiva; PHE: explosiones freáticas; SG: Erupción Subglacial; LF: colada de lava; PF: flujo piroclástico; LH: Lahar; DAV: avalancha de detritos; AF: Actividad fumarólica; D: Daños reportados; E: evacuación. Los volcanes en blanco corresponden a volcanes holocenos, mientras que los resaltados en rosa corresponden a volcanes con erupciones históricas. La mayor parte de la información fue obtenida del Smithsonian Global Volcanism Programme, las fuentes de información adicional son citadas.